

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS  
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO PROFISSIONAL EM INOVAÇÃO  
TECNOLÓGICA E PROPRIEDADE INTELECTUAL

**Inovar Auto e a Cadeia Automotiva brasileira: Análise de formulação e impacto de políticas públicas para o setor automotivo, através do método de Diagrama de Blocos**

Belo Horizonte

2018

CLEMENTE DE ÁVILA SILVEIRA

**Inovar Auto e a Cadeia Automotiva brasileira: Análise de formulação e impacto de políticas públicas para o setor automotivo, através do método de Diagrama de Blocos**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Inovação Tecnológica e Propriedade Intelectual, do Instituto de Ciências Biológicas, da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Propriedade Intelectual e Gestão da Inovação .

Área de Concentração: Propriedade Intelectual

Linha de Pesquisa: Construção e transferência de competências

Orientador: Prof. Dr. Ulisses Pereira dos Santos

**BELO HORIZONTE**

**2018**



**ATA DA DEFESA DA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO Nº 084 DE CLEMENTE DE ÁVILA SILVEIRA**

Às 14 horas e 30 minutos do dia 10 de agosto de 2018, na Sala Prof. Wilson Beraldo, do Departamento de Fisiologia e Biofísica, do Instituto de Ciências Biológicas da UFMG, realizou-se a sessão pública para a defesa da Dissertação de *CLEMENTE DE ÁVILA SILVEIRA*. A presidência da sessão coube ao Prof. Dr. *ULISSES PEREIRA DOS SANTOS*, da FACULDADE DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS, orientador. Inicialmente o presidente fez a apresentação da Comissão Examinadora assim constituída: *PROFA. DRA. MÁRCIA SIQUEIRA RAPINI*, FACULDADE DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS, UFMG; *DRA. GISLAINE APARECIDA DA SILVA*, FIAT CHRYSLER AUTOMOBILES E *PROF. DR. ULISSES PEREIRA DOS SANTOS*, FACULDADE DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS, UFMG, ORIENTADOR. Em seguida, o candidato fez a apresentação do trabalho que constitui sua Dissertação de Mestrado, intitulada "INOVAR AUTO E A CADEIA AUTOMOTIVA BRASILEIRA: ANÁLISE DE FORMULAÇÃO E IMPACTO DE POLÍTICAS PÚBLICAS PARA O SETOR AUTOMOTIVO ATRAVÉS DO MÉTODO DE DIAGRAMA DE BLOCOS". Seguiu-se a arguição pelos examinadores e, logo após, a Comissão reuniu-se, sem a presença do candidato e do público e decidiu considerar aprovada a Dissertação de Mestrado. O resultado final foi comunicado publicamente ao candidato pelo presidente da Comissão. Nada mais havendo a tratar, o presidente encerrou a sessão e lavrou a presente ata que, depois de lida, se aprovada, será assinada pela Comissão Examinadora. Belo Horizonte, 10 de agosto de 2018.

Assinatura dos membros da banca examinadora:

*Ulisses Pereira dos Santos*

*[Assinatura]*

*Márcia Siqueira Rapini*

“INOVAR AUTO E A CADEIA AUTOMOTIVA BRASILEIRA:  
ANÁLISE DE FORMULAÇÃO E IMPACTO DE POLÍTICAS  
PÚBLICAS PARA O SETOR AUTOMOTIVO ATRAVÉS DO  
MÉTODO DE DIAGRAMA DE BLOCOS”.

## CLEMENTE DE ÁVILA SILVEIRA

Dissertação de Mestrado defendida e aprovada, no dia 10 de agosto de 2018, pela Banca Examinadora constituída pelos seguintes membros:



PROF. DR. ULISSES PEREIRA DOS SANTOS  
FACULDADE DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS/UFMG – ORIENTADOR



PROFA. DRA. MÁRCIA SIQUEIRA RAPINI  
FACULDADE DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS/UFMG



DRA. GISLAINE APARECIDA DA SILVA  
FIAT CHRYSLER AUTOMOBILES

Instituto de Ciências Biológicas - Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG

Belo Horizonte, 10 de agosto de 2018.

## AGRADECIMENTOS

Provavelmente esta é a sessão mais complicada de escrever, devido ao número incontável de pessoas, atividades e vivências que giram em torno do complemento deste trabalho. Mesmo com o receio de deixar alguém de fora, pela simples familiarização que o apoio e suporte que tenho recebido assumiu em minha rotina, não poderia deixar de dedicar algumas linhas à tudo que tem acontecido durante os últimos anos e que me trouxe até aqui. Escrevo em linhas sucintas por saber que uma representação mais completa de tudo que tenho à agradecer provavelmente superaria o número de páginas da própria dissertação. Mas escrevo de coração, e acho que isso é o que mais importa.

Primeiramente, agradeço ao direcionamento e influência de Gislaine Silva, uma pessoa brilhante com quem tive o prazer de dividir atividades e reflexões, e atual modelo do tipo profissional que quero ser, que empodera e humaniza aqueles que têm o privilégio de atuar ao seu lado. Do outro lado do espectro Empresa-Academia, agradeço imensamente à orientação de Ulisses Pereira dos Santos, que com humanidade e objetividade me conduziu com maestria pelo processo de troca e análise que teceu meu conjunto de saberes no presente projeto. Sem o apoio de ambos, esta obra e a jornada que a encaminhou não teriam começo, meio ou fim.

Em meu núcleo familiar e de amizades, evito listar nomes pelo potencial imenso de injustiça que uma lista acarreta. Desde um café e confabulações dentro e fora do espectro acadêmico até ligações e conselhos vindos de outros estados e continentes, vocês certamente sabem quem são. Agradeço à meus amigos e família por serem quem são, independente da ligação advir das afinidades da vida, do sangue que corre em nossas veias ou de uma roda que inspira e expira Axé ao som do berimbau.

Agradeço aos meus dois lares, onde sei que tenho um porto seguro nos braços daquelas que junto comigo os compõem. Agradeço à minha mãe, Maria José de Ávila, que em um exercício de fé e amor me deu a tranquilidade necessária para explorar e



um objetivo e uma razão, não me cabendo atribuí-los a um grande plano cósmico ou à capacidade humana de atribuição de significado. Mesmo incerto da totalidade das forças que traçaram minha jornada até aqui, eu certamente as agradeço por tudo. Meu muito obrigado a todos que participaram de minha vida pessoal ou profissional e se conectam com esta obra no passado, presente e futuro, variando desde apoiadores em sua confecção até leitores que dedicam tempo e energia a atribuir-lhe significado.

## RESUMO

Partindo de uma análise sobre o programa de incentivo fiscal Inovar Auto e particularidades da cadeia automotiva brasileira, o presente trabalho concentra-se na modelagem de um sistema de leitura e correção de políticas públicas, motivado pela necessidade da incorporação de mecanismos de aprendizagem na formulação dos parâmetros propostos pelo governo, para aproximar os resultados obtidos aos objetivos esperados durante a elaboração de cada política. A discussão parte da análise das disposições e efeitos do programa Inovar Auto, cuja missão é promover melhora da qualidade de veículos produzidos no Brasil a partir de tecnologias nacionais. Tal análise é feita através do delineamento do impacto do programa em uma montadora de automóveis, medido através de um questionário sobre mudanças percebidas pelos funcionários, que é utilizado como base para um sistema de aprendizagens e avaliação de parâmetros qualitativos a partir dos efeitos observados. A discussão apresentada na versão corrente da pesquisa é pautada pela avaliação de parâmetros de design de políticas públicas, contrastados com as disposições do programa Inovar Auto para mensurar as fraquezas e potencialidades inerentes de seu design. De posse de um entendimento suficiente da estratégia de geração de programas e do sistema a ser controlado, a discussão concentra-se na modelagem de um diagrama de blocos para controle e otimização das políticas que incidem sobre a cadeia automotiva, utilizando lógica proveniente da engenharia de controle em sistemas físicos para uma proposta de melhoria de um sistema político. O modelo é comparado às métricas atualmente adotadas pelo governo, revelando inconsistências entre objetivos e metas utilizadas na formulação do programa Inovar Auto, que de acordo com a análise tem maior potencial de benefício para empresas que reduzam sua capacidade de inovação, deixando empresas que tenham adotado medidas de promoção de inovação em segundo plano.

Palavras-chave: Políticas de Incentivo Fiscal, Inovar Auto, Cadeia Automotiva Brasileira, Sistema de Inovação Nacional, Sistemas de controle sociais

## **ABSTRACT**

Based on an analysis of the Brazilian fiscal incentive program Inovar Auto and the particularities of the Brazilian automotive chain, the present work is concentrated on the modeling of a public policies reader and corrector system, moved by the need to incorporate learning mechanisms on the government policies and parameters formulation method, to approximate final results to the results expected during the preparation phase. The discussion is based on the analysis of the Inovar Auto general provisions and effects, whose mission is to provide better vehicles to the Brazilian market, developed with national technology. This analysis delimitates the program's impact on an assembler installed nationally, measuring the program effects through a questionnaire about changes perceived by the employees, whose basis is used as parameters for an evaluation and learning system, designed based on the observed changes. The discussion presented on this current version of the research is supported by the evaluation of policy making design options, contrasted with the Inovar Auto dispositions to measure the program's inherent strengths and weakness. With a sufficient understanding of policies generation strategies and the system to be controlled, the discussion focuses on the modeling of a block diagram, designed to provide control and optimization strategies of the Brazilian automotive policies, using physics system control engineering logic to propose upgrades for a politics system. The mode is compared to the government actual metrics, revealing inconsistencies between the program objectives and goals adopted on its formulation, which reveal a major potential to benefit companies who reduce their innovation capabilities, leaving companies that adopted innovation measures on second plan.

Keywords: Fiscal Incentive Policies, Inovar Auto, Brazilian Automotive Chain, National Innovation System, Social Control System

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Dimensões da inovação. ....	31
Figura 2: Políticas públicas de oferta e demanda. ....	45
Figura 3: Volume de incentivos fiscais e financiamento direto para atividades de P&D em 2009 como percentual do PIB. ....	46
Figura 4: Participação percentual no licenciamento de autoveículos novos dos cinco maiores estados consumidores - 2000 e 2017 .....	52
Figura 5: Transações inter-setoriais da cadeia automotiva em 2005, em milhões de reais.....	54
Figura 6: Matriz do Sistema de Inovação do Setor Automobilístico Brasileiro .....	55
Figura 7: Parâmetros e Metas que delineiam o cumprimento dos objetivos do programa Inovar Auto. ....	75
Figura 8: Estratégias empregadas para cumprimento do programa governamental por três montadoras fictícias. ....	78
Figura 9: Diagrama de blocos utilizado para representar um sistema organizacional de engenharia. ....	84
Figura 10: Diagrama de blocos representando políticas industriais como mecanismo de manipulação do Sistema Nacional de Inovação. ....	85
Figura 11: Diagrama de blocos representando políticas industriais como mecanismo de manipulação dos agentes do sistema nacional de inovação e do desempenho das montadoras brasileiras associadas ao sistema. ....	86
Figura 12: Diagrama de blocos para sistema de otimização de políticas industriais.....	88
Figura 13: Explosão do bloco de avaliação do diagrama anterior em blocos dedicados.....	90
Figura 14: Radar comparativo de esforços de inovação, gerado através das respostas de funcionários dos setores de Inovação e Políticas Públicas de uma montadora. ....	98
Figura 15: Radar comparativo de esforços de inovação, gerado através das respostas de funcionários dos setores de Inovação e Políticas Públicas de uma montadora, com atribuição de peso alternativo às respostas. ....	99
Figura 16: Diagrama de blocos do programa Inovar Auto. ....	107

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Risco de perda em diferentes estágios em que o investimento é feito. ....	29
Quadro 2: Investimento estimado em Pesquisa e Desenvolvimento dos EUA, Europa, Japão e URSS entre 1934 e 1983, representado como fração do PIB. ....	33
Quadro 3: Sistemas Nacionais de Inovação contrastantes, 1970. ....	34
Quadro 4: Sistemas Nacionais de Inovação contrastantes, 1980. ....	37
Quadro 5: Indicadores quantitativos de dois Sistemas Nacionais de Inovação. ....	39
Quadro 6: Distribuição de atividades de design entre matrizes e filiais de transnacionais automotivas instaladas no Brasil. ....	56
Quadro 7: Comparativo de inovação entre Brasil (2005) e países da Europa (2004). ....	58
Quadro 8: Requisitos do programa Inovar Auto descritos no art 7º, de acordo com o Ano Calendário vigente. ....	63
Quadro 9: Fórmulas para cálculo dos requisitos de consumo do programa e benefícios associados ao cumprimento. ....	65
Quadro 10: Fator de multiplicação do crédito referente a dispêndios em insumos estratégicos e ferramentaria. ....	66
Quadro 11: Características do programa Inovar Auto e de montadoras transnacionais estabelecidas no Brasil. ....	69
Quadro 12: Hierarquização das motivações para pesquisa colaborativa manifestadas por membros de empresa e universidades. ....	73
Quadro 13: Parâmetros de controle traduzidos como elementos do sistema a ser modelado. .	83
Quadro 14: Elementos do diagrama de blocos traduzidos como entidades do sistema a ser modelado. ....	89
Quadro 15: Atividades Inovativas definidas pelo Manual de Oslo. ....	94
Quadro 16: Bloco de respostas do questionário e peso atribuído antes e após implementação do Inovar Auto. ....	95
Quadro 17: Relação entre atividades inovativas pesquisadas e peso das atividades da empresa que as representam em sua pontuação. ....	100
Quadro 18: Descrição qualitativa da estratégia da empresa para cada atividade inovativa pesquisada. ....	105
Quadro 19: Possíveis ações de controle de parâmetros de acordo com análise da política anterior. ....	109

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BNDES	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia
Inovar Auto	Programa de Incentivo à Inovação Tecnológica e Adensamento da Cadeia Produtiva de Veículos Automotores
IPI	Imposto sobre Produto Industrializado
JIT	Just-in-time
MDIC	Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços
NSF	National Science Foundation
OEM	Original Equipment Manufacturer
OMC	Organização Mundial do Comércio
P&D	Pesquisa e Desenvolvimento
PBM	Plano Brasil Maior
PDP	Política de Desenvolvimento Produtivo
PINTEC	Pesquisa de Inovação
PITCE	Política Industrial e de Comércio Exterior
SNDCT	Sistema Nacional de Ciência e Tecnologia
SNI	Sistemas Nacionais de Inovação
TIPI	Tabela de Incidência de Imposto Sobre Produto Industrializado
Vc	Variável Controlada
Vm	Variável Manipulada

## Sumário

1	Introdução.....	15
2	Sistemas Nacionais de Inovação e Políticas Industriais .....	19
2.1	Sistemas Nacionais de Inovação.....	21
2.2	Políticas Industriais, Sistemas Nacionais e tipos de Inovação .....	27
2.3	Histórico Brasileiro sobre Políticas Industriais .....	35
2.4	Parâmetros de criação de Políticas Industriais.....	42
2.5	Políticas Industriais de Incentivo Fiscal .....	47
3	Inovar Auto e o Mercado Automotivo Brasileiro.....	51
3.1	Mercado Automotivo Brasileiro.....	51
3.2	O programa Inovar Auto .....	60
3.2.1	Condições de Adesão .....	61
3.2.2	Requisitos de consumo .....	64
3.2.3	Benefícios fiscais .....	65
3.3	Inovar Auto enquanto política de crédito fiscal .....	67
4	Formulação e Impacto do Programa Inovar Auto na cadeia automotiva: Uma análise de um caso específico de montadora via diagrama de blocos.....	70
4.1	Pressupostos e Hipóteses .....	71
4.2	Detalhamento de Hipóteses: Análise de Diagrama de Blocos .....	81
4.3	Modelagem de um sistema de avaliação do impacto de políticas industriais sobre um sistema nacional de inovação.....	89
4.4	Exemplo de modelagem do sistema de avaliação de montadoras .....	91
4.5	Modelagem do bloco de retroalimentação e análise de resultados.....	96
4.6	Correção de ações do controlador com base na retroalimentação.....	105
4.7	Considerações sobre a modelagem de sistemas com múltiplos blocos .....	110

5 Conclusões .....	112
5.1 Montadora pesquisada, hipóteses e resultados .....	112
5.1.1 H1: Os dados quantitativos utilizados pelo programa são falhos no que se refere a apurar o esforço inovativo das empresas participantes; .....	112
5.1.2 H2: Através do estudo do Sistema Nacional de Inovação local, é possível estabelecer métricas que melhor definam o grau de comprometimento das empresas participantes em se tornarem mais inovadoras; .....	114
5.1.3 H3: É possível que tais métricas sejam adaptadas e incorporadas a programas futuros, para uma melhor adesão das empresas participantes aos objetivos primários que justificam a adoção de políticas públicas. ....	115
5.2 Potencialidades do Diagrama de Blocos .....	115
5.3 Contribuições e limitações da pesquisa.....	117
5.4 Pontos para pesquisas futuras .....	118
Referências Bibliográficas .....	119

## 1 Introdução

Motivado pela repercussão do Programa de Incentivo à Inovação Tecnológica e Adensamento da Cadeia Produtiva de Veículos Automotores (Inovar Auto), o presente trabalho busca analisar e compreender o mecanismo utilizado pelo governo brasileiro para geração de políticas industriais, com foco na cadeia automotiva do país e do sistema nacional de inovação que tem contato com esta cadeia.

A análise visa dar base à proposição de uma lógica de trabalho alternativa para a geração de políticas públicas referentes à cadeia automotiva brasileira, que leve em conta os agentes que a compõem e as conexões entre eles. A proposição central é estabelecer um método de aprendizado que permita que políticas anteriores sejam avaliadas e convertidas em parâmetros otimizados para a formulação de suas sucessoras.

Para dar base à proposição, a pesquisa objetiva delinear atividades que contribuem positivamente para a inovação, e modelar um mecanismo que meça o impacto da adoção do programa sobre o desenvolvimento destas atividades. Tal mecanismo será confrontado com os resultados medidos pela métrica estabelecida pelo governo e com o design adotado para o programa de fomento à inovação.

A identificação destas atividades e das decisões de design adotadas no programa é necessária para aferir com mais precisão o impacto que políticas têm no sistema de inovação em longo prazo. Esta análise de impacto é útil por permitir a formulação de métricas mais adequadas ao sistema de inovação brasileiro, ligando incentivos em áreas críticas a contrapartidas condizentes para cada empresa vinculada.

Para tal, o trabalho parte da premissa de que há interesse real da máquina pública de promover inovação com tecnologia desenvolvida nacionalmente, e que a concessão de

verba pública para atividades de empresas privadas deve recair como melhoras para a população, na forma de fortalecimento da economia. Através do estudo do histórico brasileiro com políticas públicas, considera-se que o país ainda é insipiente na formação de políticas para seu contexto, necessitando de mecanismos desenvolvidos localmente para aprendizado e melhoria da qualidade destas políticas.

A solução proposta utiliza um diagrama de blocos, lógica de controle geralmente adotada em sistemas físicos para correção de sinal de saída através da manipulação do sinal de entrada por um controlador. Considerando os agentes locais do sistema de inovação como elementos de um sistema, seu desempenho como uma resposta e políticas públicas como um mecanismo governamental para alteração deste desempenho, um sistema de criação de políticas pautado na leitura de impacto da política e aprendizagem governamental é proposto.

Para estudo da modelagem de blocos, uma empresa conhecida pelo pesquisador é utilizada como modelo, por apresentar respostas passíveis de interpretação e por ter funcionamento suficientemente conhecido para proposição de parâmetros. A métrica de atividades inovativas proposta no Manual de Oslo é utilizada como base de pontuação qualitativa, e é pontuada de acordo com um questionário elaborado com base nas atividades da empresa, obtidas previamente com entrevista ao setor da montadora responsável por inovação em veículos.

O bloco referente à montadora é modelado para apresentar um radar de esforço inovativo percebido, que mede qualitativamente as melhorias em cada atividade de acordo com as respostas do questionário. O radar indica quais das atividades foram mais alteradas com a adoção da política pública, e a interpretação de seus resultados é feita com base em conhecimento prévio da empresa e das atividades utilizadas para representar cada parâmetro de medição.

A lógica de modelagem dos demais blocos é análoga à apresentada no presente trabalho, ficando como ponto de atuação em trabalhos futuros devido ao nível profundo

de entendimento necessário para tradução de cada tipo de instituição em bloco. Não obstante, a lógica de modelagem de blocos semelhantes, correlação dos mesmos com o bloco modelado e particularidades de um sistema complexo são delineadas.

Por dialogar com campos multidisciplinares, o presente trabalho entrelaça conhecimentos relevantes em sua apresentação, visando focar cada pilar necessário para sua análise em capítulos que apresentam aspectos relevantes e sua relação com as demais áreas. Cada sessão visa dar enfoque em conceitos relevantes ao seu tema, apresentando-o de acordo com sua influência nos conceitos apresentados nas demais.

O **Capítulo 2** inicia a discussão com a apresentação de conceitos teóricos relevantes para modulação do bloco. Nele, serão delineadas particularidades de processos de inovação e do conceito de sistemas nacionais de inovação, ambientados para o cenário automotivo nacional. A lógica e histórico da criação e implementação de políticas públicas no país é apresentada e avaliada com foco em políticas de incentivos fiscais, como o Inovar Auto, dada a relevância deste tipo de política no cenário automotivo nacional.

No **Capítulo 3**, os elementos do sistema a ser modelado são explicados em um apanhado das condições de operação do sistema automotivo brasileiro, aliado à análise do decreto vinculado ao programa Inovar Auto. O capítulo comunica-se com os conceitos levantados na sessão anterior, interligando a análise de mercado automotivo ao sistema de inovação composto por seus agentes e avaliando o Inovar Auto dentro dos parâmetros de política pública apresentados anteriormente.

De posse de uma formatação do sistema a ser modelado e do estudo de seus parâmetros básicos de funcionamento, o **Capítulo 4** estabelece hipóteses referentes ao cenário nacional, e com base nelas delineia um diagrama de blocos geral que representa o sistema nacional de inovação automotiva como um bloco a ser controlado pela ação governamental de políticas públicas, e se aprofunda na modelagem do bloco referente a uma montadora avaliada através de entrevistas e questionários elaborados

com base nos capítulos anteriores.

Pautada em conceitos clássicos da Teoria de Controle, a representação em diagrama permite que soluções de controladores sejam traduzidas como ação governamental, em um sistema de aprendizado por retroalimentação.

As conclusões e especificidades da pesquisa são apresentadas no **Capítulo 5**, onde o resultado do bloco modelado é equiparado à lógica adotada pelo programa Inovar Auto e confrontado com resultados para outras montadoras de acordo com dados levantados por pesquisas voltadas às mesmas. Potencialidades da lógica de blocos para controle são levantadas, assim como pontos de interesse para pesquisas futuras conectadas ao diagrama aqui apresentado.

## 2 Sistemas Nacionais de Inovação e Políticas Industriais

Antes de discorrer sobre o programa governamental, é interessante revisar o conceito de Sistemas Nacionais de Inovação (SNI) e políticas industriais. O SNI compreende os agentes relevantes à inovação nacional, e o entendimento de seu funcionamento e conexões é primordial para a discussão do impacto de políticas industriais. Ademais, as decisões envolvidas na criação desta política devem ser avaliadas para determinar as qualidades e pontos de melhoria das mesmas.

Políticas industriais são um dos instrumentos que um país pode utilizar para implementação de estratégias nacionais como, por exemplo, o fomento à inovação e desenvolvimento em uma área ou setor (Suzigan, 2017). Uma ideia difundida sobre inovação, empreendedorismo e competitividade é que a sociedade tem a ganhar com um Estado menor e limitado a prover infraestrutura básica, deixando que a iniciativa privada assuma os gastos e decisões relativas à pesquisa (Mazzucato, 2011)

Esta visão parte da suposição de que companhias privadas são inerentemente mais dinâmicas, eficientes e produtivas que iniciativas públicas. Tal paradigma faz com que o papel do Estado seja visto negativamente em atividades de inovação, mas não confronta as particularidades do capital público e privado e dos estágios de pesquisa necessários à inovação.

Por poder assumir os riscos com mais facilidade, o estado tem maiores condições de investimento em pesquisa básica, que a iniciativa privada não assume. A pesquisa básica compreende estudos conduzidos sem um objetivo comercial ou resultado prático em mente, objetivando uma maior compreensão da natureza do fenômeno estudado e das leis que o regem. (NSF, 1953)

Por explorar a natureza do desconhecido, a pesquisa básica tem um alto risco associado, devido à chance do conhecimento gerado não ter aplicação prática ou

apresentar potencialidades diferentes das motivadoras do investimento. Este caráter exploratório é primordial para avanço do conhecimento científico geral disponível, que dá base à pesquisa aplicada, onde o problema é bem definido e o pesquisador deve buscar as melhores soluções dentro das condições impostas pelo objetivo. Deste modo, é plausível assumir que o direcionamento de esforços de pesquisa nos primeiros estágios de desenvolvimento de tecnologias ditam a rota tecnológica adotada pelos pesquisadores em um meio.

Considerando a importância da pesquisa básica e a melhor capacidade do Estado de lidar com o investimento incerto a ela associado, pode-se assumir que o papel de um Estado que fomenta pesquisa nacionalmente é de liderança, conduzindo o capital privado a contribuir com uma estratégia nacional através de políticas que contribuam com esta estratégia.

Esta visão diverge da ideia de um Estado passivo, que somente incentiva ou estabiliza o mercado, sem ter participação ativa nas decisões do mesmo. Para assumir o papel de controle, o Estado deve contar com um profundo entendimento das potencialidades e agentes do cenário onde suas políticas serão implementadas, para a elaborar conscientemente quais ganhos devem ser esperados por suas ações e como é possível potencializar estes agentes individualmente e conectados como sistema, para promoverem iniciativas de caráter inovador através de suas interações (Mazzucato, 2011).

O conjunto destes agentes, bem como os tipos de conexões entre eles, é denominado Sistema de Inovação, um conceito amplo que engloba diversos elementos relevantes ao que tange a capacidade de inovar de um dado país, região, setor ou instituição. (Avellar e Bittencourt, 2017)

## 2.1 Sistemas Nacionais de Inovação

A necessidade de um conceito de sistema nacional provém de uma limitação intrínseca de modelos e teorias de ciências sociais, que é dar foco em aspectos do mundo real para uma análise pautada em parâmetros relevantes, mas que ofusca particularidades do sistema que não possam ser mensuradas quantitativamente (Lundvall, 2016).

Esta ofuscação pode ser perigosa para entendimento e criação de políticas econômicas, pautando-as em elementos estáticos sem levar elementos qualitativos e de difícil medição em conta. Para angariar particularidades de cada sistema, a primeira definição que descreve um sistema de inovação é proposta por Bengt-Åke Lundvall em 1992, surgida como demonstração da necessidade de expansão de paradigma através modelos alternativos e suplementares aos vigentes. (Bittencourt e Cario, 2016)

O sistema proposto é caracterizado por conter *“elementos e relações que interagem com a produção, difusão e uso de conhecimentos novos e economicamente úteis”* (Lundvall, 1992, pág 12). Estes elementos são capazes de produzir tecnologia e conhecimento através da interação com o meio e com elementos externos ao sistema que os define. O Sistema de Inovação é considerado Nacional quando o conjunto destes elementos é *“enraizado ou localizado dentro das bordas de um estado nacional”* (Lundvall, 1992, pág 12). Em suma, a definição de SNI parte de um conceito mais amplo de Sistemas de Inovação ligados por características comuns, representando o caso particular em que o elemento de ligação é geográfico e delimitado pelas bordas do Estado que abriga os agentes do Sistema.

Mesmo havendo um consenso sobre o que o SNI representa, o termo não possui um *design dominante* que define parâmetros e relações centrais, devido à grande diversidade de locais e situações onde um sistema pode ser identificado. Além do grupo de pesquisa de Bengt-Åke Lundvall, uma abordagem diferente também se destacou em pesquisar e propor definições sobre o termo na década de 1990, liderada por Richard Nelson. Os dois grupos de pesquisa utilizam métricas diferentes em busca

de um design próprio para definição dos elementos constituintes do SNI (Bittencourt e Cario, 2016).

Ambas correntes têm avançado paralelamente desde sua criação, apresentando visões distintas, que se comunicam pouco mas tem convivência harmoniosa devido às diferenças de método dos autores. Em suas pesquisas e definições, ambos têm entendimento mútuo que nenhum dos trabalhos entrega um design que inviabilize outras correntes ideológicas, visto que o processo de estabelecimento de bases comuns à inovação é altamente variável, podendo mudar de acordo com o espaço amostral e elementos considerados em cada pesquisa. (Bittencourt e Cario, 2016)

Buscando uma visão macroscópica, o grupo de Richard Nelson organizou um comparativo em larga escala de países agrupados em três categorias: Países grandes com alto nível de renda, países pequenos com alto nível de renda e países com baixo nível de renda. O trabalho buscou encontrar elos comuns entre os países investigados, dentro das restrições de recursos e espaço para comparação.

O resultado é uma abordagem simplificada, que emaranha aspectos tradicionais como estrutura de ciência e tecnologia, suas políticas e o desempenho inovador de empresas. O próprio autor destaca a relevância da análise de diversos mercado, mas deixa claro que não pretende reduzir a visão de aspectos relevantes à inovação ao que é colhido em sua pesquisa. Segundo Nelson, o estudo não é capaz de levar em conta as particularidades presentes em cada um dos países, características que são as mais interessantes à inovação em sua visão (Nelson, 1992).

Mesmo com estas ressalvas, seu trabalho é relevante por estabelecer relações entre alguns indicadores macro e potencial de inovação, sem tentar reduzir a pesquisa no campo à estas características. A obra busca um número maior de pontos que o geralmente disponível nas teorias causais, regularmente utilizadas para interpretar fenômenos de inovação. O trabalho de Lundvall toma o sentido oposto, concentrando-se em um espaço amostral menor, centrado no sistema de países nórdicos, sobretudo

na Dinamarca, para realizar estudos empíricos e colher elementos relevantes à inovação além dos tradicionalmente abordados (Bittencourt e Cario, 2016).

Por focar-se em um grupo menor e ir atrás de aspectos relevantes da cultura local, Lundvall conseguiu obter indicadores além dos macro encontrados por Nelson, dando ênfase a processos mais sutis como a aprendizagem, destacada como principal insumo de inovação na visão do autor. (Lundvall, 2016)

Na visão clássica, aprendizagem é medida por P&D interna e interação com institutos de pesquisa e universidades, caracterizados respectivamente como aprendizado por busca e por ciência e tecnologia avançada. O trabalho de Nelson destaca outras formas de aprendizagem, que provêm de melhorias no ambiente de produção, motivadas pela interação dos funcionários com o meio que os cerca; interação com sistemas complexos, onde o aprendizado é obtido pelo uso destes sistemas, e inovações surgidas por interações entre produtos e usuários. (Bittencourt e Cario, 2016)

Neste contexto, que foge da aprendizagem controlada e que pode ser sumarizada em preços e quantidades, a cooperação em diferentes sistemas de inovação é beneficiada por elementos difíceis de medir, como lealdade, poder e confiança. Um exemplo dado por Lundvall fala sobre aprendizagem de conhecimentos tácitos baseados em confiança, cuja transferência é facilitada em um ambiente onde as pessoas tenham afinidades culturais e linguísticas.

Em suma, as duas visões convergem no entendimento de que padrões clássicos de medição de inovação não são suficientes para uma padronização de quais parâmetros devem ser levadas em conta ao medir a robustez de um SNI, que deve sempre levar em conta as particularidades da região estudada. Cada sistema tem particularidades relevantes referentes à cultura, tipo de instituições presentes e relação entre as mesmas.

A força da malha de inovação é medida pela força das conexões entre seus agentes, circulação de conhecimento entre eles e difusão do aprendizado na economia, que promove mudanças estruturais e tecnológicas (Mazzucato, 2011). Em um SNI forte, espera-se que o conhecimento circule entre os agentes, fortalecendo suas relações e aumentando sua capacidade conjunta.

Além do conceito de SNI, abordagens alternativas sugerem o agrupamento de instituições pesquisadas em setores, regiões ou linha tecnológica, por exemplo (Bittencourt e Cario, 2016). Estas abordagens também são relevantes ao cenário automotivo brasileiro, por permitirem diferentes graus de diferenciação dentro de um cenário altamente heterogêneo.

Sistemas de inovação podem ser nacionais, setoriais, tecnológicos, intra-firma ou regionais, por exemplo. No caso específico do setor automotivo, os sistemas relevantes são formados por consumidores, montadoras, subcontratantes, infraestrutura, fornecedores, institutos de ciência e tecnologia e outros agentes relevantes ao local em que estão inseridos. As unidades de medida da força de um sistema de inovação são os pontos da malha que o compõem e a intensidade das trocas e conexões entre estes pontos (Mazzucato, 2011).

Os consumidores e o meio onde as empresas estão instaladas têm forte relação com o direcionamento dos esforços inovativos, por serem os elementos que dão forma ao padrão de demanda nacional. O padrão demandado pelo consumidor local influencia o tipo de tecnologias, produtos e estratégias terão mais sucesso no mercado interno, permitindo oportunidades para empresas locais devido à maior adesão destas com a cultura do país (Tidd, 2005).

Também atrelados às condições sociais da população, os institutos de ciência e tecnologia e centros de pesquisa disponibilizam mão-de-obra capacitada para o desenvolvimento de atividades de inovação, seja pela formação universitária ou por contratos de prestação de serviço entre o centro e empresas. Os laboratórios e as

universidades são responsáveis pela criação e circulação de conhecimento que dá base às atividades de P&D (Mazzucato, 2011).

A conexão entre empresas e centros de pesquisa é deficitária no sistema automotivo nacional, onde as montadoras instaladas nacionalmente contam primordialmente com uma cadeia de fornecedores para atividades de apoio. Esta cadeia garante às montadoras a obtenção de insumos e o desenvolvimento de sistemas que são embarcados em seus veículos.

Os fornecedores atrelados à cadeia automotiva são classificados em *tiers*, de acordo com a complexidade das atividades desenvolvidas e força da ligação com a montadora. Fornecedores de *tiers* mais baixos são responsáveis pelo fornecimento de insumos e peças para a montadora e *tiers* mais altos da cadeia, enquanto fornecedores de tier mais alto tem forte envolvimento em atividades de co-design com a montadora. Estes fornecedores muitas vezes são denominados Sistemistas, por oferecerem sistemas desenvolvidos de acordo com as especificações da montadora, para embarque imediato nos produtos (Ibusuki et al, 2017).

Esta estratégia é denominada “produção modular”, onde um grupo pequeno de fornecedores entrega sistemas, módulos e subconjuntos nas montadoras diretamente nas linhas de montagem. A entrega tem um alto nível de coordenação, seguindo os sistemas de administração *just in time* e *just in sequence*. No *just in time*, a compra, produção e transporte são feitos de acordo com a necessidade da linha, e no *just in sequence* essa entrega é feita conforme a sequência exata de montagem em um dado momento (Salerno, 2001).

Esta base tecnológica das montadoras também é atrelada a matrizes localizadas em outros países e em fornecedores globais. Segundo a estratégia de plataformas mundiais, fornecedores são designados para plataformas de veículos mundialmente, devendo seguir as filiais da montadora onde quer que ela realize atividades fabris referentes aos modelos das plataformas que alimentam. Devido ao plano global das

matrizes, muitas vezes a filial brasileira se ocupa com adaptações de produtos desenvolvidos no exterior e promove pouca inovação real, sem utilizar-se dos elementos locais para criação de tecnologia e aprendizado (Ibusuki et al, 2017).

Considerando que universidades e centros de pesquisa capacitados à condução de pesquisa básica e aplicada fazem parte do SNI onde estas montadoras atuam, pode-se argumentar que sua presença é tão relevante para o mercado automotivo quanto a força de suas conexões com a cadeia que cerca estas montadoras. De nada adianta para a indústria ter centros capacitados para pesquisa automotiva próximos se não existe ligação dos mesmos com os fornecedores e montadoras responsáveis pela produção.

O SNI brasileiro é amplo e diverso, devido à composição heterogênea e tamanho continental do país. Composto por regiões extremamente diferentes e que abrigam sistemas regionais distintos, o país é emergente, apresentando uma mescla de características de regiões em desenvolvimento e desenvolvidas.

De um lado, o país é industrializado, aberto economicamente, tem entrada para empresas estrangeiras e condições medianas de desenvolvimento econômico e humano. Por outro, ainda possui condições históricas que o levaram ao subdesenvolvimento, como alta concentração de renda, limitação de desenvolvimento humano regionalmente, baixa qualidade em saúde, educação e limitações de infraestrutura (Pena, 2018).

Associado à condição de “Condomínio industrial” (Salerno, 2011) do mercado automotivo, a condição do país apresenta um campo de prova extenso para o impacto de políticas públicas em seu SNI. Políticas públicas como o Inovar Auto, que buscam atingir a cadeia automotiva nacionalmente, podem se beneficiar largamente do conhecimento das características das empresas e centros que compõem a malha de inovação nacional no setor. O entendimento das relações e funcionamento destes atores é necessário na elaboração de ações que os capacitem a serem mais

eficientes e inovadores, conforme o objetivo declarado de tornar a cadeia automotiva brasileira mais desenvolvida tecnologicamente (MDIC, 2012).

## **2.2 Políticas Industriais, Sistemas Nacionais e tipos de Inovação**

Políticas Industriais (PI) são um conjunto de instrumentos governamentais utilizados para estimular setores específicos da economia. Autores de extração liberal definem a PI como uma medida reativa e restrita, voltada exclusivamente a sanar falhas e imperfeições de mercado de forma horizontal e não seletiva. O presente trabalho adota a visão neoschumpeteriana e de economia evolucionária, que baseia-se em uma visão de PI ativa e abrangente, que impulsiona o sistema nacional de inovação estrategicamente através de investimento em setores e atividades industriais estratégicas (Suzigan e Furtado, 2006).

Mesmo sem um aparato de medição universal, a categorização dos diferentes tipos de sistema de inovação é importante por estabelecer métricas para análise e comparação com outros mercados, assim como parâmetros encontrados em estudos analíticos e empíricos sobre o tema. Tais estudos têm relevância na formação de um maior conhecimento dos pesquisadores sobre a inovação, de acordo com os parâmetros locais, permitindo o entendimento de quais devem ser as prioridades e abordagens de políticas públicas que visem fomentar a inovação em uma determinada região.

O relatório publicado em 2004 pela Comissão Econômica para América Latina e Caribe, para promoção de inovação e desenvolvimento tecnológico, indica que políticas públicas de inovação devem focar-se em duas atividades principais, que são incentivar a ampliação dos esforços de inovação e gastos em P&D de empresas, e realizar atividades de apoio à inovação, como capacitação de pessoal, criação de infraestrutura e de vínculos entre os agentes que promovem o sistema nacional de inovação. (Avellar e Bittencourt, 2017)

Estas atividades de apoio variam largamente de acordo com o ambiente em que são

empregadas, conforme apontam os estudos de SNI promovidos por Nelson e Lundvall. Dada a diversidade do cenário nacional, é interessante que a abordagem de políticas industriais leve em conta os diferentes sistemas de inovação presentes e as diferenças de necessidades entre regiões, setores e áreas tecnológicas, atuando horizontalmente, através de medidas objetivam melhorar o desempenho da economia como um todo, e verticalmente, com medidas que visam empoderar indústrias específicas ou uma cadeia produtiva pré-determinada.

Tal abordagem deve contemplar oferta e demanda simultaneamente, através de iniciativas que promovam a construção de capacidade tecnológica aliada à difusão das novas tecnologias advindas desta maior capacidade (Avellar e Bittencourt, 2017). Esta atuação multifacetada é importante para amortecer o caráter incerto do retorno sobre investimentos em pesquisa.

Mesmo com uma grande incerteza, investimentos em pesquisa e desenvolvimento não contribuem linearmente com o percentual de retorno em forma de novas tecnologias, passando pela resposta de mercado, aplicabilidade, tecnologia e outras variáveis específicas de cada contexto. A distribuição de P&D em uma economia é mais crítica do que a quantidade de recursos destinados ao mesmo, e cabe ao estado regular esta distribuição através de políticas públicas.

A importância de investimento por parte de políticas públicas é mais acentuada nos primeiros estágios da pesquisa, onde o risco associado é maior e pode ser impeditivo para empresas de menor porte (Mazzucato, 2011). Conforme a análise dos dados do quadro 1, os riscos de perda do investimento são da ordem de 66% no estágio embrionário, onde aproximadamente um entre cada três projetos passa para a próxima fase.

**Quadro 1: Risco de perda em diferentes estágios em que o investimento é feito.**

Ponto em que o investimento é feito	Risco de perda
Estágio Embrionário	66,2%
Estágio de Start-Up	53,0%
Segundo Estágio	33,7%
Terceiro Estágio	20,1%
Ponte ou Estágio pré-público	20,9%

**Fonte:** Adaptado de Mazzucato, 2011

Na ponte ou estágio pré-público, empresas assumem a pesquisa com risco na ordem de 20%. Neste estágio, estima-se que somente um entre cada cinco projetos não dará retorno ao investimento, configurando um ambiente muito mais seguro do que o inicial, que gera confiabilidade para a entrada de investimento privado.

A criticidade relativa à gestão do investimento privado é mais proeminente em inovações incrementais, que são pequenas melhorias advindas da interação entre engenheiros, chão de fábrica e consumidores, e por isso são fortemente ligadas a mudanças na organização do trabalho. Grandes mudanças são denominadas como Inovações radicais, surgindo raramente e geralmente ligadas à robustez do investimento em pesquisa e desenvolvimento (Freeman, 1995).

Inovações incrementais dão base para entendimento da tecnologia e surgimento de inovações disruptivas, tendo um peso grande no processo de inovação. Segundo Tidd et al, as inovações incrementais compõem aproximadamente 90% a 95% dos avanços inovadores, sendo representadas por pequenas melhorias no produto que mantêm suas características e otimizam sua performance (Tidd et al, 2005).

Além de otimizarem produtos oferecidos pela empresa, estas inovações também podem alterar os processos de confecção e entrega ao cliente e o contexto em que os

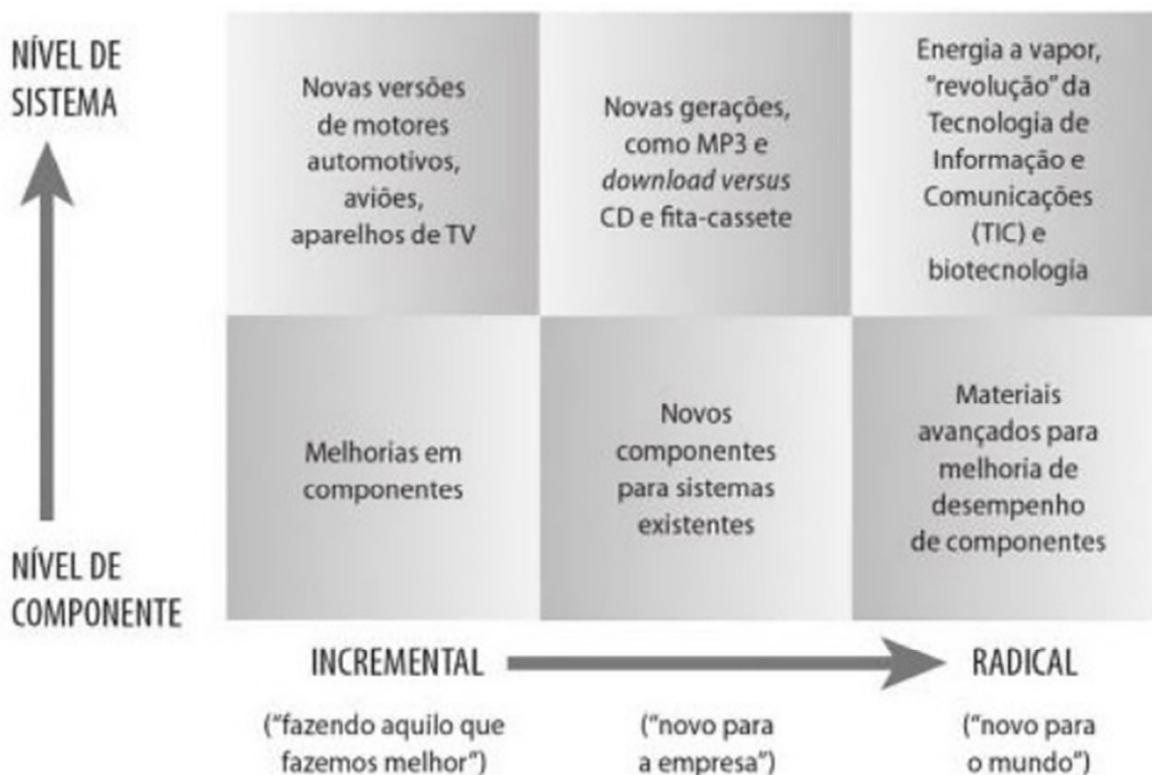
produtos e serviços são introduzidos ao público, alterando a percepção e o nicho de mercado atingido sem necessariamente alterar a forma de produção e as características básicas do que é produzido. A alteração dos modelos mentais que orientam a empresa e o consumidor e levam à reimaginação de sua produção, disponibilização e recepção podem ser consideradas como inovações. (Tidd et al, 2005)

A classificação de inovações entre incremental e radical é separada por uma linha tênue, onde os tipos de inovação muitas vezes se confundem e podem ser classificados em mais de uma categoria. Esta classificação é necessária por facilitar o estudo e entendimento dos processos que levam à Inovação que, caracterizada como mudança, pode adotar diversas formas e não se limita necessariamente a uma das classificações.

Uma forma de classificar a inovação como incremental ou radical é de acordo com o grau de novidade da invenção. Enquanto a inovação incremental introduz pequenos melhoramentos, a Inovação Radical introduz novos conceitos e aplicações para a tecnologia, podendo mudar a base da sociedade em casos extremos, como a descoberta da energia à vapor durante a Revolução Industrial (Tidd, 2005).

O grau de novidade parte de melhorias incrementais até mudanças realmente radicais, que mudam a forma como pensamos e interagimos com as coisas. A figura 1 ilustra uma proposição de Tidd para as diferentes dimensões de inovação, classificando-as de acordo com o nível sistêmico e impacto. No nível de componente, inovações podem ser incrementais quando apresentam pequenas melhorias e otimizações, mais impactantes com o desenvolvimento de componentes para sistemas existentes e radicais quando os novos materiais e componentes remodelam a forma que os sistemas interagem com eles e suas capacidades, abrindo o leque de possibilidades para os sistemas e remodelando as “regras do jogo”.

Figura 1: Dimensões da inovação.



Fonte: Tidd et al (2005)

No nível de sistema, as inovações incrementais vem na forma de melhorias nos produtos como um todo, partindo de melhorias incrementais em versões dentro de uma mesma geração de produtos, mudanças de geração motivadas pelo acúmulo destas melhorias incrementais e mudanças disruptivas na forma como estes sistemas são feitos e interagem com o mercado, exemplificada por descobertas de novas formas de energia, tecnologia da informação e biotecnologia, responsáveis pela abertura de diversas oportunidades de pesquisa e desenvolvimento não existentes antes de sua criação.

Inovações incrementais constituem a maior parte de esforços inovadores e dão base para que inovações radicais aconteçam através da geração de conhecimento acumulado que resulta nas grandes descobertas. Por serem a base do processo, inovações incrementais tendem a ser mais importantes que inovações radicais no

longo prazo. Os ganhos cumulativos de pequenas melhorias tendem a ser superiores aos ganhos ocasionais advindos de melhorias radicais, quando combinados (Tidd et al, 2005).

Esta maior importância da inovação incremental indica que investimentos em P&D se beneficiam largamente de uma distribuição consciente de recursos de pesquisa, que dão base a inovações estratégicas (Tidd et al, 2005). A robustez do investimento claramente tem sua importância, mas não é suficiente para garantir sucesso do SNI de um país. Um exemplo claro de estratégias com distribuições e resultados distintos é a comparação entre dois tipos de SNI entre as décadas de 1970 e 1980. De um lado, Japão e Coreia do Sul alcançaram as potências da época, enquanto as economias socialistas do leste europeu colapsaram, mesmo com investimentos percentuais semelhantes em P&D.

Este resultado tem base desde as décadas de 1950 e 1960, quando o sucesso japonês era atribuído à cópia de produtos estrangeiros, mas com o tempo os processos e produtos orientais adquiriram maior qualidade do que os dos países anteriormente copiados (Freeman, 1995). Segundo dados do quadro 2, que representa separadamente o investimento em pesquisa e desenvolvimento de quatro países entre as décadas de 1930 e 1980, o Japão partiu de investimentos tímidos em desenvolvimento durante o início do período para investimentos percentuais aproximados aos das grandes potências.

Na última coluna da tabela, os investimentos em P&D na década de 1980 são mostrados com base somente em investimentos feitos pela iniciativa privada. Diferente dos demais países, o investimento japonês tem base principal no capital privado, com valores de 2 e 7% em Pesquisa e Desenvolvimento partindo unicamente de empresas. Mesmo relevante, esta diferença de origem dos investimentos não é suficiente para explicar o sucesso japonês perante as demais potências, como a URSS.

**Quadro 2: Investimento estimado em Pesquisa e Desenvolvimento dos EUA, Europa, Japão e URSS entre 1934 e 1983, representado como fração do PIB.**

Região	Investimento em	1934	1967	1983	1983 (P&D Privado)
Estados Unidos	Pesquisa	0%	3%	2%	2%
	Desenvolvimento	6%	1%	7%	0%
Europa	Pesquisa	0%	1%	2%	1%
	Desenvolvimento	2%	2%	1%	8%
Japão	Pesquisa	0%	1%	2%	2%
	Desenvolvimento	1%	0%	7%	7%
URSS	Pesquisa	0%	3%	3%	1%
	Desenvolvimento	3%	2%	6%	0%

**Fonte:** Adaptado de Freeman, 1995

Mesmo com investimentos percentuais semelhantes, o Japão e União Soviética possuíam SNI distintos, resumidos no quadro 3. De acordo com sua análise, o investimento soviético caracteriza-se pelo foco em aplicações militares e espaciais, com pouca vazão para economia civil, separação dos agentes de R&D e elos fracos entre os mesmos, que eram separados em Institutos de Pesquisa, Sistemas Acadêmicos de pesquisa básica, setores de cada indústria, design de plantas e importação de tecnologia.

**Quadro 3: Sistemas Nacionais de Inovação contrastantes, 1970.**

Japão	URSS
Alta taxa entre Investimento Bruto em P&D e PIB(2,5%)	Taxa entre Investimento Bruto em P&D e PIB muito alta (cerca de 4%)
Pequena parcela do investimento em P&D para fins militares e espaciais (<2%)	Parcela do investimento em P&D para fins militares e espaciais extremamente alta (>70%)
Alta proporção do investimento total em P&D no nível empresarial e financiado por empresas (Aproximadamente 67%)	Baixa proporção do investimento total em P&D no nível empresarial e financiado por empresas (Menos que 10%)
Forte integração do P&D, produção e importação de tecnologia em nível de empresa	Separação de P&D, produção e importação de tecnologia, com fracos elos institucionais
Rede entre usuário, produtor e fornecedor com elos fortes	Elos fracos ou não existentes entre usuário, produtor e fornecedor
Fortes incentivos à Inovação a nível de empresa envolvendo simultaneamente gerência e trabalhadores	Alguns incentivos à Inovação cada vez mais fortes em 1960 e 1970, nublados por desincentivos negativos que afetam tanto a gerência como os trabalhadores.
Experiência Intensa de competição em Mercados Internacionais	Exposição relativamente fraca a competição internacional, exceto na corrida armamentista

**Fonte:** Adaptado de Freeman, 1995

A rigidez de atender metas quantitativas e a pequena exposição dos produtos no mercado internacional contribuíram negativamente para o retorno do investimento da União Soviética na forma de tecnologias inovadoras. Por outro lado, o investimento japonês era altamente focado na economia civil, como o mercado de eletrônicos, e promovia uma ligação forte entre seus agentes de inovação, com incentivos que iam desde a administração dos processos até o chão de fábrica (Freeman, 1995).

Pode-se entender que a maior atenção aos elos entre agentes de inovação é um dos motivos do sucesso japonês frente aos demais mercados da época. Partindo primordialmente de capital privado, o investimento japonês não se dispunha a cumprir uma agenda militar, sendo focado nas ligações das empresas e entidades próximas. Tal configuração fortaleceu os elos entre usuários, produtores e fornecedores do SNI japonês, formando uma rede de inovação nacional altamente conectada e competitiva no mercado internacional.

O governo japonês tem participação direta no sucesso do SNI do país, atuando através de políticas industriais coordenadas pelo Ministério de Comércio e Indústria Internacionais para o fortalecimento de mudanças intra-industriais, elos entre setores, elos entre companhias, e ações no espaço público e privado que fizeram com que o crescimento acontecesse de forma holística e focada estrategicamente (Mazzucato, 2011). Voltado somente para metas pré-definidas e desconexas, o governo soviético falhou em fortalecer seu SNI, alcançando resultados muito abaixo dos governos asiáticos, mesmo com investimentos semelhantes.

A análise do exemplo japonês indica que um SNI rico em ligações horizontais e verticais tem importância, mas não é o único fator que contribuiu para o sucesso tecnológico da região, devido à necessidade de coordenação pelo Estado. O governo japonês teve papel central no fortalecimento de seu SNI, liderando o processo de desenvolvimento industrial através do desenvolvimento de estratégias de avanço tecnológico em áreas prioritárias. Esta estratégia é considerada como consenso para economias que queiram alcançar o nível tecnológico de mercados mais desenvolvidos, como o Brasil (Mazzucato, 2011).

### **2.3 Histórico Brasileiro sobre Políticas Industriais**

Composta por diversos mercados de contextos sociais e tecnológicos diferentes, a malha de inovação brasileira é extremamente heterogênea, podendo ter reações diversas de acordo com a região, setor e tipo de indústria visado por políticas de inovação.

O país possui uma história conturbada no que se refere a intervenção estatal através de políticas públicas, que foram largamente adotadas na década de 1970 para promover industrialização acelerada e construir setores econômicos voltados à industrialização, como metal mecânica e química, visando a substituição de importações por produção local e exportação. (Suzigan e Furtado, 2006)

Historicamente, a indústria automobilística é um dos grupos de interesse mais ativos na extração de renda do estado brasileiro, estando presente como beneficiária de proteção, incentivos e subsídios governamentais em todas as políticas industriais desde a década de 1950 (Suzigan, 2017). Tais políticas são criticadas por serem complacentes, não estabelecendo um comprometimento governamental com o desenvolvimento tecnológico devido à concessão indiscriminada de benefícios sem a exigência de contrapartida dos beneficiários.

Neste ponto, o programa Inovar Auto tem um diferencial positivo, sendo o primeiro a estabelecer contrapartidas e prazos para habilitação e recebimento dos benefícios concedidos. Esta maior atenção à necessidade de devolução do benefício como resultado palpável para a sociedade é fruto da mudança do paradigma referente à políticas industriais durante sua época de sua implementação, em 2013 (Suzigan, 2017).

Em uma comparação com mercados orientais, o sistema de inovação da América Latina era menos equipado para promoção de inovação na década de 1980. Partindo de um nível de industrialização menor durante a década de 1950, os países asiáticos cresceram em média 8% na década de 1980, enquanto os países latinos tiveram crescimento médio de 2%. Este crescimento maior têm explicação nas mudanças sociais que deram base para crescimento tecnológico e industrial da Ásia, contrastantes com a realidade brasileira e latina no período. (Freeman, 1995)

Conforme análise do quadro 4, os países orientais investiram fortemente em educação, infraestrutura e telecomunicação, que tinham crescimento lento ou se inexistente nos países da América Latina. O crescimento da indústria, aliado às políticas industriais, garantiram investimentos sólidos do capital privado japonês em P&D, gerando alta aprendizagem internacional e combinando importação de tecnologias com aprendizado industrial através de mudanças técnicas.

**Quadro 4: Sistemas Nacionais de Inovação contrastantes, 1980.**

Leste Asiático	América Latina
Sistema de Educação Universal em expansão, com uma alta participação em educação terciária e uma grande proporção de graduandos em engenharia	Sistema de Educação em deterioração, com uma proporção menor de formação de engenheiros
Importação de tecnologia tipicamente combinada com iniciativas locais de mudanças técnicas em estágios posteriores níveis rapidamente crescentes de P&D	Principalmente transferência de tecnologia, especialmente vinda dos Estados Unidos, mas P&D a nível de empresa fraco e sem integração com as tecnologias transferidas
P&D Industrial tipicamente acima de 50% do P&D total	P&D Industrial tipicamente abaixo de 25% do P&D total
Desenvolvimento de uma infraestrutura de ciência e tecnologia robusta, e em estágios posteriores um elo forte com P&D Industrial	Enfraquecimento da infraestrutura para ciência e tecnologia e elos fracos com a Indústria
Alto nível de investimento e aumento de investimento e tecnologias japoneses com a força do Yen em 1980. Forte influência de modelos japoneses de administração e envolvimento internacional	Declínio do investimento estrangeiro (Sobretudo dos EUA) e níveis de investimento menores no geral. Baixo nível de envolvimento internacional em tecnologia.
Investimento pesado no avanço das estruturas de telecomunicação	Desenvolvimento lento de telecomunicações
Indústria eletrônica forte e de crescimento rápido com alta exportação e feedback extensivo de mercados internacionais	Indústria eletrônica fraca, com pouca exportação e baixa aprendizagem internacional

**Fonte:** Adaptado de Freeman, 1995

Na América Latina, o principal investimento era estrangeiro e advindo dos Estados Unidos, que transferiram tecnologia sem que houvesse integração para aprendizado das instituições locais que as recebiam. Este baixo nível de envolvimento gerou uma indústria de eletrônicos fraca na América Latina, com pouca exportação e aprendizagem internacional.

Enquanto as economias orientais investiram em infraestrutura, educação da população e desenvolvimento de um sistema nacional com conexões fortes, o Brasil aparelhou-se para organização e coordenação de políticas industriais, mas pecou na articulação de seu aparato institucional.

Contrário à tendência de conexão internacional praticada pelos países asiáticos, o governo brasileiro aplicava tarifas aduaneiras e protecionistas excessivas, dando uma ênfase à exportação que não correspondia ao contexto histórico nacional e mundial. Pouco foco em promoção de inovação, concedia subsídios indiscriminadamente, gerando distorções regulatórias sobre investimentos, preços, tarifas públicas e salários. (Suzigan e Furtado, 2006)

De imediato, o país teve crescimento industrial através destas políticas, ampliando sua inserção internacional de simples fornecedor de commodities agropecuários e agroindustriais para fornecedor relevante de artigos manufaturados e semimanufaturados. Porém, este deslocamento não foi traduzido em mudanças sociais, indo no eixo contrário ao necessário para sustentação do novo patamar atingido.

A população das áreas urbanas teve crescimento, fenômeno intrínseco ao processo de industrialização, mas não houveram medidas que acompanhassem este aumento populacional para garantir melhoria social. Deste modo, estas pessoas deslocadas para centros urbanos não tiveram acesso a educação, treinamento e capacitação para atividades tecnológicas, impedindo que uma base intelectual fosse criada para sustentar o desenvolvimento da indústria local em longo prazo. (Suzigan e Furtado, 2006)

Esta discrepância entre o direcionamento do foco econômico e alocação de recursos necessários para o seu manutenção fez com que a renda se concentrasse, sindicatos fossem enfraquecidos e o salário real deteriorado. Pode-se argumentar que, durante este período, as poucas políticas industriais que existiam formal ou informalmente atendiam interesses de grupos organizados, que não coincidiam com uma pauta de desenvolvimento nacional. (Suzigan, 2017)

Comparativamente, a Coreia do Sul adotava um caminho contrário, descrito através de

indicadores quantitativos no quadro 5. Para promover o fortalecimento das conexões entre seus agentes de inovação, o governo sul-coreano investiu em educação, mecanização da produção, eletrônicos e infraestrutura. Tal investimento recaía como benefício social, como maior acesso à telefonia (Freeman, 1995). Emulando a experiência japonesa, o governo coreano teve papel ativo na criação de grandes empresas, denominadas *chaebols*. (Suzigan, 2017)

**Quadro 5: Indicadores quantitativos de dois Sistemas Nacionais de Inovação.**

Vários Indicadores de capacidade técnica e instituições nacionais	Brasil	Coréia do Sul
Percentual da população em idade ativa em educação superior	11% (1985)	32% (1985)
Percentual da população composta por estudantes de engenharia	0,13% (1985)	0,54% (1985)
Percentual do PIB investido em P&D	0,7% (1987)	2,1% (1989)
P&D Industrial como percentual do total	30% (1988)	65% (1987)
Robôs por milhão de empregados	52 (1987)	1060 (1987)
CAD (Design assessorado por computador) por milhão de empregados	422	1437 (1986)
NCMT (Ferramentas de comando numérico computadorizado) por milhão de empregados	2298 (1987)	5176 (1985)
Taxa de crescimento de eletrônicos	8% (1983-1987)	21% (1985-1990)
Linhas de telefone por 100 habitantes	6	25
Vendas de equipamento de telecomunicação por cabeça (1989)	US \$10	US \$77
Patentes depositadas nos EUA (1989)	36	159

**Fonte:** Adaptado de Freeman, 1995

No Brasil, a adoção de políticas mais qualitativas e voltadas à inovação foi cogitada na passagem da década de 1970 para a de 1980, mas acabou sendo descartada pela mudança de comando na economia e por uma crise macroeconômica. Aliada à crise, esta mudança tornou o governo do país adverso à ideia de políticas públicas durante as décadas de 1980 e 1990, dando predominância a medidas de estabilização macroeconômica.

No início da década de 1990, o Estado sai do posto de coordenador do desenvolvimento industrial devido à maior abertura para captação de investimento estrangeiro, que fez com que a indústria nacional enfrentasse concorrência predatória. O período foi marcado pela ocorrência de diversas privatizações, desnacionalização e pedidos de proteção por setores da economia, como o automotivo (Suzigan e Furtado, 2006).

O paradigma imperativo no início dos anos 2000 deixava políticas industriais em segundo plano na agenda do governo brasileiro, devido à situação social, econômica e ideológica herdada das décadas anteriores, dedicadas à estabilização de um mercado hostil à implementação destas políticas de desenvolvimento industrial. Instituições de fomento como o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) e o Sistema Nacional de Ciência e Tecnologia (SNDCT) estavam enfraquecidas política e economicamente, a infra estrutura econômica estava defasada pela falta de investimento e políticas internacionais eram desarticuladas.

Além disso, a falta de investimento das décadas anteriores fez com que a população do país enfrentasse graves problemas sociais, como desemprego, pobreza, piora na distribuição de renda, crise no sistema público de saúde e assistência social e precarização do ensino, que é a base esperada para uma sociedade que almeja competir na era da tecnologia e informação (Suzigan e Furtado, 2006).

O panorama de ausência de políticas industriais foi quebrado em 2003, com a formulação da Política Industrial e de Comércio Exterior (PITCE). O programa não é arquitetado para enfrentar todos os desafios inerentes à industrialização de um país, mas é positivo por re-incluir o desenvolvimento tecnológico na agenda nacional e romper com a inércia através do estabelecimento de metas e foco na inovação.

O histórico brasileiro faz com que o programa nasça com desvantagens inerentes, como a incompatibilidade com a política macroeconômica, precariedade de infra-

estrutura e insuficiências do sistema de ciência, tecnologia e inovação. (Suzigan, 2006). Do ponto de vista logístico, a PITCE falha em se articular com demandas de empresas, é frágil ao comandar e coordenar processos de política industrial e marcada por decisões estratégicas questionáveis, assim como seus sucessores, a Política de Desenvolvimento Produtivo (PDP, 2008 a 2010) e o Plano Brasil Maior (PBM, 2011 a 2014).

A Política de Desenvolvimento Produtivo, criada em 2008 como aprofundamento da PITCE, tem como diretriz principal aumentar o investimento agregado das empresas brasileiras, considerado como a principal restrição ao crescimento na época (ABDI, 2010). Porém, elegeu um leque considerado amplo, composto por complexos econômicos, (como a indústria automotiva e agronegócio), escolhas arcaicas e defensivas (madeira e móveis, indústria têxtil e confecções, por exemplo) e poucas escolhas realmente equipadas para prover desenvolvimento e abrir caminhos para processos de aprendizado e inovação, como nanotecnologia, biotecnologia, tecnologia da informação e comunicação. (Suzigan, 2017)

O Plano Brasil maior, vigente de 2011 a 2014, foi arquitetado como “uma continuidade e um aprimoramento da PDP, que busca enfrentar o desafio da trajetória de crescimento sustentável e inclusivo” (ABDI, 2010, página 11). Mas é tímido em suas buscas por novos caminhos para inovar, superando seu antecessor somente no que se refere a estruturação, foco e clareza sobre ações setoriais e sistêmicas. O sistema também é vulnerável à ação de grupos de interesses, operacionalmente complexos e de difícil monitoramento, devido à diluição de responsabilidades e tempo necessário para que ações tramitem entre cinco níveis de gestão. (Suzigan, 2017).

Adotante de políticas geralmente defensivas e reativas, o Estado Brasileiro não apresenta a burocracia necessária para coordenar seu sistema nacional para o processo de *catching-up* movido por inovação. Algumas instituições contam com burocracia e economia para promover políticas próprias, como o BNDES (Suzigan, 2017).

Em 2010, durante a formulação do plano Brasil Maior, o BNDES financiava de 40 a 50% do investimento de firmas brasileiras em bens de capital, e 66,5% das grandes empresas contavam com suas linhas de financiamento (ABDI, 2010). Mesmo já tendo adotado políticas determinadas pelo governo, o banco geralmente segue política própria, e raramente em sintonia com uma pauta de política industrial em seu sentido mais amplo (Sugizan, 2017).

## **2.4 Parâmetros de criação de Políticas Industriais**

Devido à natureza dinâmica e competitiva do capitalismo, a adoção de políticas industriais é recorrente e universal, variando no modo de implementação, que pode ser mais explícita ou implícita, e na forma de execução, onde dificuldades e desafios próprios de cada contexto emergem, sobretudo nos países em desenvolvimento que buscam criar condições para *catch-up* tecnológico. (Suzigan, 2017)

Com espaço relativamente recente na pauta política brasileira, as políticas industriais devem se basear na realidade a que serão aplicadas, não bastando repetir fórmulas que tiveram sucesso em outros países, elaboradas com base em um contexto histórico, cultural e econômico divergentes da realidade brasileira. Após um longo período sem impacto relevante de políticas públicas, é necessário entender aspectos gerais da formulação e aplicação de ações governamentais que efetivamente fomentem inovação. (Avellar e Bittencourt, 2017)

A teoria de formulação de políticas públicas é pautada em torno destes parâmetros de funcionamento. Os principais limitantes desta formulação são as próprias decisões estratégicas tomadas anteriormente durante a trajetória do país, que delimitam e condicionam as opções do presente. Cabe à política atuar verdadeiramente como estratégia de desenvolvimento econômico e social, através da aproximação do que é proposto alcançar com sua implementação e os resultados de fato obtidos. (Suzigan, 2017)

Um das abordagens para o conhecimento dos parâmetros a serem considerados para o sucesso da política é a análise do sistema nacional de inovação onde ela irá atuar. Esta abordagem prevê que o processo inovativo e políticas não devem ser considerados de forma isolada, devido à relevância dos subsistemas envolvidos e na articulação dos agentes que promovem inovação.

Tomando a empresa como uma organização de aprendizado, esta lógica favorece ações ligadas ao ambiente e estrutura que compõem o sistema nacional, em contraste com políticas que favorecem setores específicos, como o Inovar Auto. O foco de uma política industrial pautada em sistemas nacionais migra da otimização de funções de produção para introdução e expansão de melhoramentos em tecnologia. (Avellar e Bittencourt, 2017)

A atuação governamental no fortalecimento sistêmico de inovação envolve múltiplas variáveis, e sua tradução em programas pode ser dificultada pela forma como cada organização traduz conhecimento individual em resultado coletivo e por limitações cognitivas dos agentes envolvidos, que têm dificuldade de traduzir as mudanças necessárias em políticas industriais. Somado ao caráter incerto de ações de inovação, é necessário que tais políticas promovam competitividade sistêmica através da redução do risco inerente ao processo e difusão do aprendizado e esforço tecnológico entre os elementos do sistema nacional. Neste contexto, o estado atua como um agente auxiliador na alocação de recursos, com foco na promoção de desenvolvimento tecnológico. (Avellar e Bittencourt, 2017)

Pautada no conhecimento do sistema de inovação onde a política industrial atua, Suzigan considera quatro blocos analíticos essenciais para ponderar políticas industriais, sendo elas: A economia política, coordenação, orientação estratégica e instituições afetadas pela política. Estes elementos são intimamente interligados, e podem determinar o sucesso ou fracasso da política. (Suzigan, 2017)

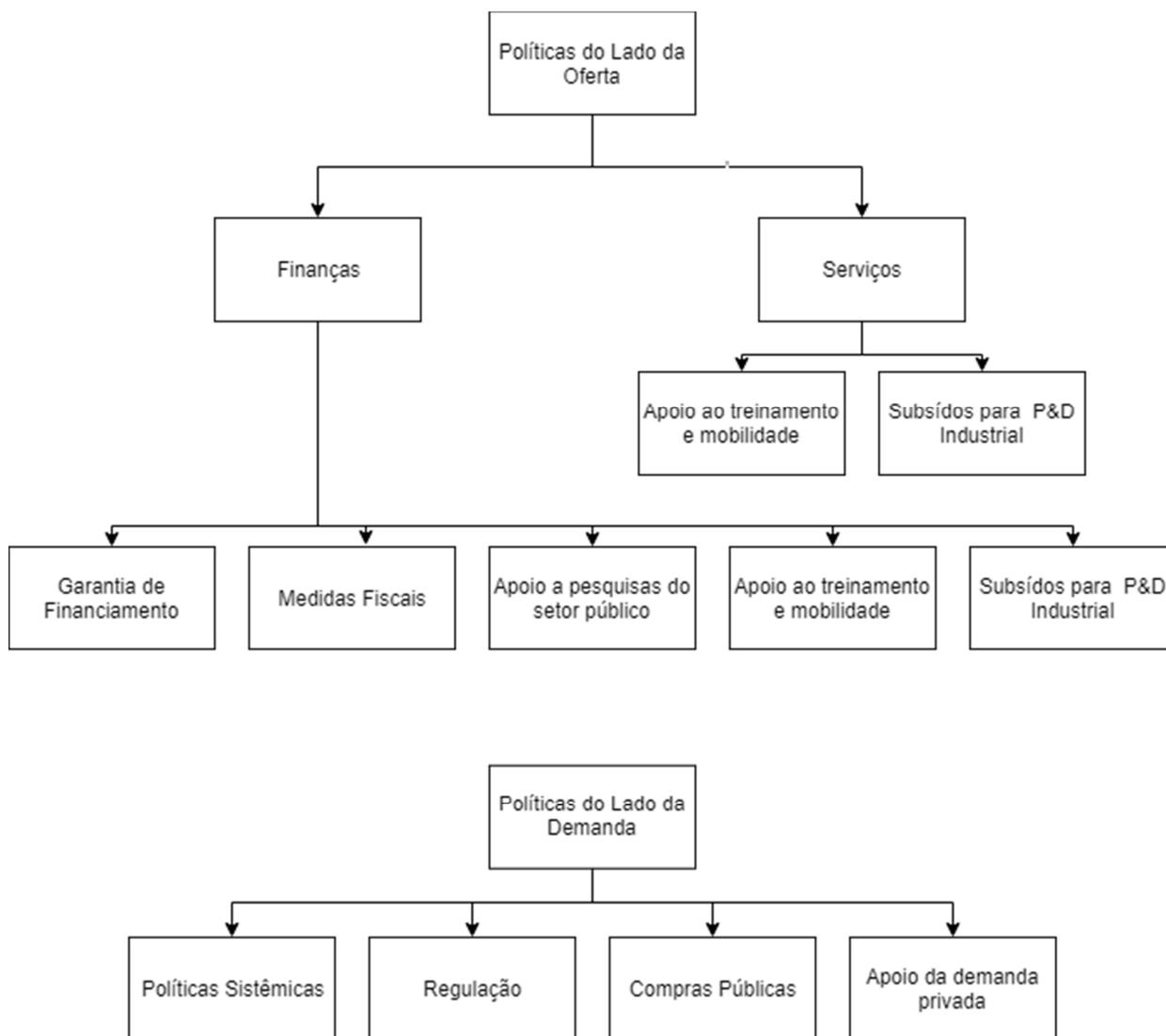
Em uma descrição sucinta, a economia política prevê duas formas de atuação dos agentes envolvidos, relativas às formas que o capital privado utiliza para capturar políticas industriais em benefício próprio e à burocracia estatal que regula a entrega destes benefícios. A coordenação vale-se da essência de política industrial, que é a criação de ligações e harmonia entre agentes do sistema nacional, e pode ser de política econômica, de gestão ou de política do país, indicando o grau de coordenação entre governantes durante seus governos e ligação com seus sucessores.

A orientação estratégica lida com decisões tomadas pelos setores públicos e privados, referentes à missão da política pública e seu papel no sistema de inovação. Para cumprir seu papel estratégico, as instituições são analisadas interna e externamente. A avaliação interna visa representar a capacidade dinâmica da instituição de absorver mudanças quando encorajada por políticas públicas, e a avaliação externa é feita de acordo com sua capacidade de formular, implementar e monitorar políticas industriais (Suzigan, 2017).

A combinação destas estratégias gera políticas que podem ser classificadas tanto pelo lado da oferta como da demanda, conforme indicado na figura 2. De acordo com a análise do diagrama descrito na figura, políticas pautadas em demanda atuam de forma sutil na capacidade de inovação, definindo normas técnicas e influenciando a direção da mudança tecnológica. Estes ajustes induzem inovações e difusão de inovação indiretamente, através da adequação de requerimentos funcionais ou do aumento da participação do usuário no processo.

Políticas de oferta podem ser classificadas entre finanças e serviços, e tendem a ser mais reconhecidas por conta de seu efeito direto ser mais pronunciado. Este tipo de política é capaz de acelerar processos de inovação através da diminuição do custo, subsídios, garantias de crédito e incentivos à pesquisa e desenvolvimento. Considera-se que estas ações controlam o risco associado a processos de inovação, amparando os gastos e perdas inerentes através de incentivos (Avellar e Bittencourt, 2017).

**Figura 2: Políticas públicas de oferta e demanda.**



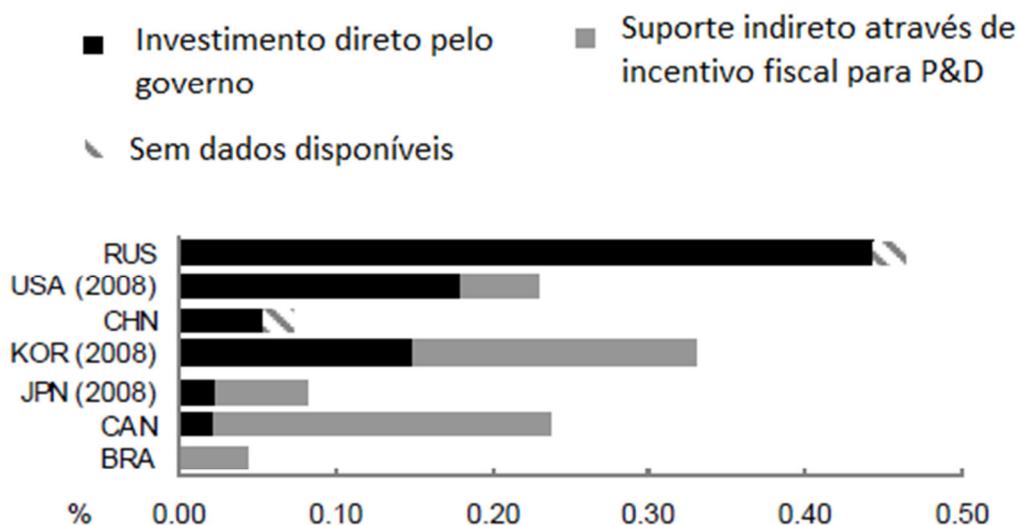
**Fonte:** Adaptado de Avellar e Bittencourt, 2017

Segundo a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), a combinação de estratégias de oferta e demanda tende a ter resultados melhores do que políticas que atuem em um dos lados isoladamente, principalmente em casos que lidam com tecnologias incipientes (Avellar e Bittencourt, 2017). O programa Inovar Auto pauta-se somente no lado da oferta, através de incentivos fiscais, por ter foco em um processo de *catch-up* tecnológico com mercados mais desenvolvidos, para modernização da cadeia automotiva brasileira. Os incentivos fiscais oferecidos são dedução de imposto e crédito presumido para empresas que atendam metas de

redução de consumo.

Incentivos fiscais reduzem a carga de impostos em empresas que promovem pesquisa e desenvolvimento, de acordo com as atividades fabris elegíveis ou o aumento destas atividades. Devido ao histórico recente de retomada de políticas industriais no Brasil, são a principal forma de fomento à inovação adotadas pelo governo brasileiro (Köhler et al, 2012).

**Figura 3: Volume de incentivos fiscais e financiamento direto para atividades de P&D em 2009 como percentual do PIB.**



**Fonte:** Adaptado de Köhler et al, 2012

Outros países do BRICS e da OCDE empregam um misto de incentivo fiscal e financiamento direto, que varia largamente de acordo com cada país. Segundo análise do gráfico da figura 3, países como China, Estados Unidos e Rússia utilizam o investimento direto principalmente, enquanto no Canadá, Japão e Coreia do Sul o incentivo fiscal supera o investimento direto. Por comporem a principal estratégia brasileira e serem a base do programa Inovar Auto, políticas de incentivo fiscal devem ter suas particularidades analisadas mais a fundo em um estudo do SNI brasileiro.

## 2.5 Políticas Industriais de Incentivo Fiscal

A concessão de incentivos fiscais para atividades inovativas é pautada no conceito de que o conhecimento não gera ganhos somente para aqueles que investiram na pesquisa necessária para gerá-lo, mas para todos que possam se apropriar da tecnologia desenvolvida. O incentivo vem como compensação às empresas que promovem inovação, ressarcindo parte do investimento que gerou uma melhoria que também será aproveitada por concorrentes próximos. (Köhler et al, 2012)

Políticas de incentivo fiscal podem ser classificadas dentro de quatro designs dominantes, de acordo com o tipo de incentivo utilizado:

- Planos de depreciação acelerada, que focam intangíveis utilizados em atividades de P&D;

- Concessões especiais, que retornam investimentos de P&D elegíveis em mais de 100% de dedução fiscal;

- Exceções de taxas sociais, que reduzem o custo com mão-de-obra através de dedução fiscal de empregados em atividades de P&D;

- Crédito fiscal, que permite a dedução de margem específica dos investimentos em P&D da empresa no imposto. Internacionalmente, o crédito fiscal é o incentivo mais utilizado.

Após definição do tipo de benefício, outra escolha central é a base de cálculo, que pode ser de acordo com o volume de produção ou incremental. A base sobre o volume atua sobre toda a produção no ano fiscal, enquanto a base incremental incide somente sobre o aumento de investimento em P&D.

Internacionalmente, a adoção da abordagem incremental era mais comum por países desenvolvidos, por incentivar que os esforços inovativos dos participantes sejam aumentados e diminuir a possibilidade de fraude, visto que empresas que alegam um investimento superior para angariar benefícios têm dificuldade em manter os investimentos crescentes em longo prazo (Köhler et al, 2012). A principal desvantagem

desta abordagem é a complexidade para pequenas e médias empresas, de modo que muitos sistemas têm migrado progressivamente para soluções baseadas em volume.

O terceiro ponto para formulação de políticas de incentivo é a definição de atividades elegíveis para recebimento do benefício fiscal, que podem incluir ou não a aquisição de bens tangíveis, de acordo com as necessidades de tipos de pesquisa ou suporte a setores chaves de cada país (Köhler et al, 2012). Estes benefícios também variam na generosidade do crédito fiscal, que indica o percentual dedutível de cada investimento e o teto da dedução total do programa.

Tendo uma base para cálculo do crédito fornecido, o próximo passo é a limitação de quais empresas e atividades são elegíveis para vinculação ao programa. A diferenciação de beneficiários pode trazer vantagens para empresas pequenas, médias ou criadas recentemente (Köhler et al, 2012). Esta diferenciação também pode ter impacto em empresas semelhantes, dando créditos diferentes de acordo com a localização geográfica, tipo de atividade, tipo de tecnologia, qualificação da mão de obra empregada e afins.

O programa é estabelecido com bases que indicam como as empresas podem consumir seus créditos fiscais, que podem ser de acordo com o ano em que os investimentos foram feitos ou durante o período de vigência do programa. Este período é estabelecido previamente, sendo necessária a renovação periódica para manutenção por longos períodos (Köhler et al, 2012).

Internacionalmente, programas de incentivo fiscal variam quanto a formato e objeto alvo, mas países desenvolvidos e em desenvolvimento convergem na adoção do Manual de Oslo (OCDE, 2005) para definir atividades elegíveis. O governo brasileiro segue a métrica do manual, que define atividades inovativas como etapas que conduzem ou objetivam conduzir a implementação de inovações, classificadas como científicas, tecnológicas, organizacionais, financeiras e comerciais (Avellar e Bittencourt, 2017).

Por atuarem com equidade sobre os impostos, políticas de incentivo fiscal regulam um objetivo comum e quais setores serão contemplados. É o caso do Inovar Auto, que atua no setor automotivo com o objetivo de aumentar sua competitividade e fomentar inovações que resultem em veículos mais econômicos e seguros (MDIC, 2012). As especificidades de como os objetivos serão alcançados ficam a cargo de cada instituição beneficiada, que deve tomar as decisões sobre os tipos de atividade relevantes para cumprimento do programa.

A abrangência de atividades consideradas válidas para o cumprimento de políticas públicas de incentivo fiscal permite que qualquer tipo de empresa do setor escolhido que realize as atividades fabris relevantes seja contemplada, teoricamente, e tem aceitação entre empresas concorrentes por não beneficiar nenhum tipo de estratégia ou pavimentar uma rota tecnológica que pode ser gerar vantagens para um ou mais grupos de empresas (Nelson e Winter, 1982).

Mas a necessidade de um capital prévio para investimento em inovação e ressarcimento posterior exclui inerentemente empresas de menor porte, que não tem condições de elencar estes recursos por conta própria. Nas empresas que possuem capital para o investimento, o incentivo fiscal não afeta a percepção de risco e as decisões tomadas, atuando unicamente como reembolso do custo de investimentos (Bastos, 2004).

Pode-se argumentar que este reembolso após as decisões estratégicas leva ao fenômeno conhecido como efeito substituição (*crowding out*), onde empresas privadas alocam recursos para atividades que já seriam realizadas sem incentivo governamental (Avellar, 2009). Esta configuração indica que incentivos fiscais atendem preferencialmente empresas maiores, que possuem capital e definição estratégico independentes do financiamento governamental (Bastos, 2004).

Atendendo um grupo de empresas já estabelecidas, programas de incentivos fiscais

tendem a não expandir a base de empresas inovadoras do país, limitando-se a aprofundar atividades destas empresas. E mesmo nestas atividades, geralmente feitas em ambientes alheios às atividades inovativas, o efeito pode não ser duradouro devido ao caráter temporário dos programas, desconexos do tempo necessário para transformação do paradigma da empresa e de suas práticas (Avellar e Bittencourt, 2017).

### **3 Inovar Auto e o Mercado Automotivo Brasileiro**

A análise de políticas públicas de incentivo fiscal e de Sistemas Nacionais de Inovação indica que a efetividade das políticas parte do entendimento do mercado onde ela será aplicada, que deve influenciar as decisões de design referentes ao tipo de política projetada e sua abrangência, fomentando atividades de inovação sem que rotas alternativas que atendam suas disposições sejam exploradas.

Neste capítulo, após um breve apanhado sobre a indústria automotiva nacional, as disposições do programa Inovar Auto serão expostas para uma comparação sobre o que é esperado segundo a literatura e entregue no decreto governamental, assim como suas potencialidades e objetivos.

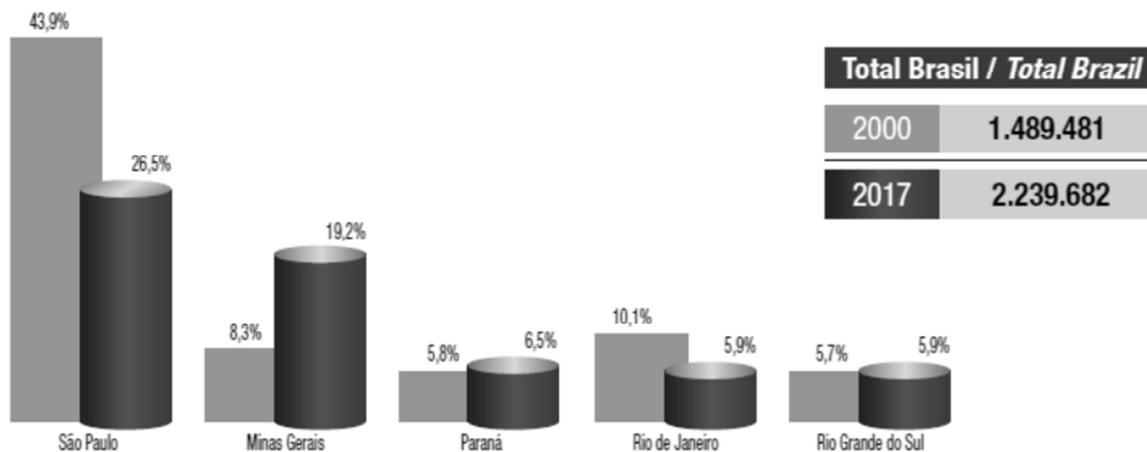
#### **3.1 Mercado Automotivo Brasileiro**

Historicamente, o mercado automotivo brasileiro é um dos setores de maior peso na economia nacional, sendo responsável por 22% do PIB de manufatura e 4% do PIB total do país em 2015, segundo o relatório anual de 2018 da Associação Nacional dos Fabricantes de Veículo - Anfavea.

Em 2016, o faturamento total do setor foi da ordem de 47 bilhões de dólares, com geração direta de 45 bilhões de reais em tributos diretos e 1,3 milhões de empregos diretos e indiretos. Ao todo existem 65 unidades industriais dedicadas ao setor, distribuídas entre 10 estados e 42 municípios.

Com capacidade total de produção de 5,05 milhões de veículos instalada, a produção de veículos automotivos leves do setor é coordenada por 27 montadoras instaladas nacionalmente, 446 empresas de autopeças e 5535 concessionárias (Anfavea, 2018).

**Figura 4: Participação percentual no licenciamento de autoveículos novos dos cinco maiores estados consumidores - 2000 e 2017**



**Fonte:** Anfavea, 2018

Os valores em exportação e importação do ano de 2016 foram semelhantes, totalizando 17,9 bilhões e 17,8 bilhões de dólares, respectivamente. O maior número de licenciamento de veículos acontece nas regiões sudeste e sul. Conforme análise da figura 4, o número total de licenciamentos nas capitais dos cinco estados com maiores registros de veículo nacionalmente cresceu em aproximadamente 50% entre o ano 2000 e o ano 2017 (Anfavea, 2018).

A centralização de licenciamento e produção no centro-sul do país data do histórico brasileiro referente à produção veicular. O setor sofreu transformações profundas nas últimas décadas, com a abertura da economia e adoção de uma legislação setorial denominada “Novo Regime Automotivo”, em 1990.

Com a adoção da nova legislação, multinacionais já instaladas nacionalmente foram incentivadas a estabelecer conexões de longo prazo no país, retomando investimentos em infraestrutura e modificando sua estrutura de gestão. As conexões com fornecedores anteriormente eram de curto prazo e de caráter de compra e venda, e passaram a ter caráter colaborativo através de conexões de longo prazo e maior participação dos fornecedores nos processos das montadoras (Vanalle e Salles, 2011).

Estas novas conexões colaborativas modificaram a estrutura tradicionalmente vertical adotada até então pelas montadoras, dando lugar a unidades menores e abastecidas por fornecedores. Novos designs organizacionais advieram destas mudanças estruturais, fazendo com que as plantas criadas na época seguissem arranjos organizacionais que levassem em conta a logística de produção e cadeia de fornecimento provida por uma rede menor e mais íntima de fornecedores, que desenvolviam sistemas de alta densidade tecnológica de acordo com especificações da montadora (Salerno, 2001).

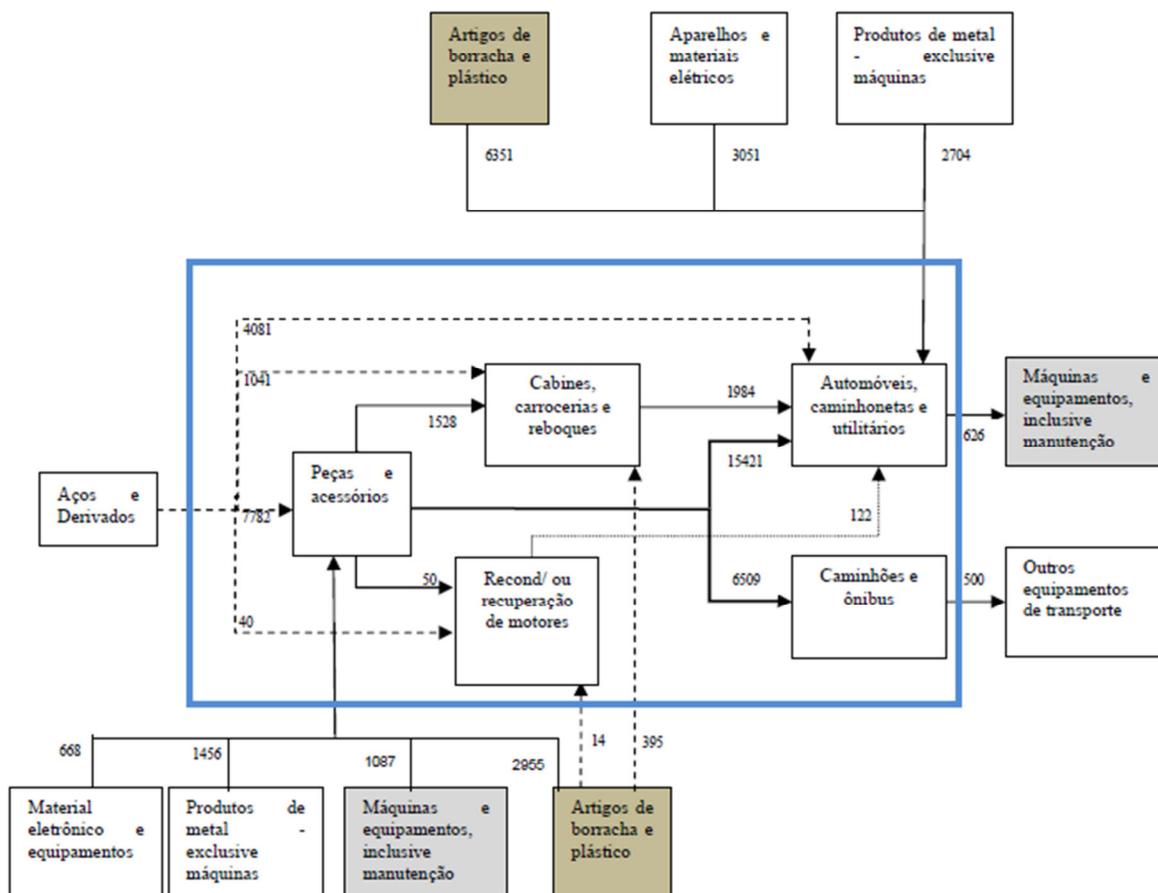
Esta fidelização fez com que a logística dos próprios fornecedores fosse alterada em torno das montadoras. Fornecedores internacionais, que operam junto às matrizes em nível mundial, passam a ter maior co-participação e co-design, chegando inclusive a se posicionar geograficamente próximos das montadoras para redução de custo logístico, enquanto fornecedores nacionais caem para *tiers* mais baixos da cadeia (Zilbovicius et al, 2002).

A definição de *tier*, ou nível, indica o grau de participação do fornecedor na cadeia, onde fornecedores mais próximos às montadoras executam tarefa com maior densidade tecnológica que os mais distantes. Estes fornecedores com maior participação no projeto e entrega de sistemas mais complexos são denominados sistemistas ou *tier 1*, e são alimentados com peças e insumos por fornecedores secundários e terciários, denominados *tier 2*. (Negri et al, 2008)

A figura 5 dá um exemplo do funcionamento da economia encadeada formada pela cadeia de fornecedores. Nela, é descrito o fluxo monetário entre participantes do mercado automotivo, em milhares de reais, com setas partindo dos vendedores para os compradores. Fornecedores de *tier 2* e 3 alimentam a cadeia com peças e insumos, que são acoplados em sistemas desenvolvidos por fornecedores de *tier 1* e vendidos às montadoras para embarque em seus veículos, já de acordo com suas especificações. Esta forma de fornecimento modular faz com que montadoras tenham

um relacionamento preferencial com fornecedores dedicados, que são conhecidos como *tier 0,5*, por sua proximidade com as especificações da(s) montadora(s) a que prestam serviço. (Salerno, 2001)

**Figura 5: Transações inter-setoriais da cadeia automotiva em 2005, em milhões de reais**



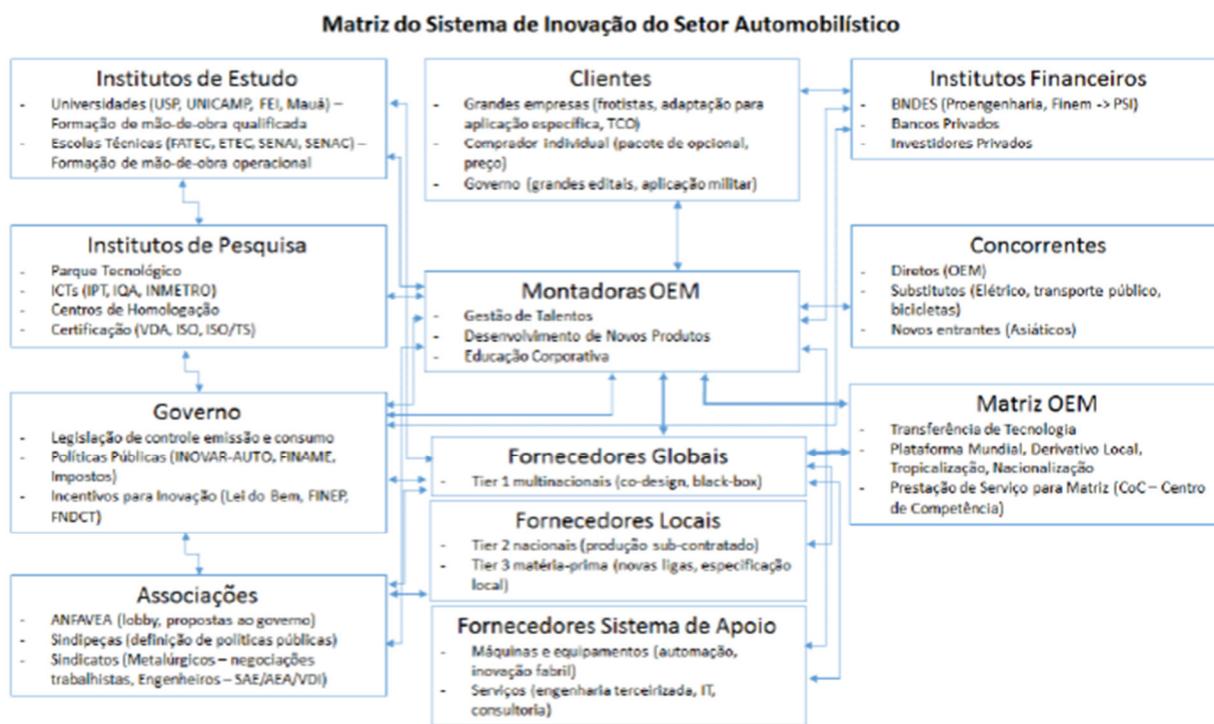
**Fonte:** Negri et al, 2008

Por conta do domínio de empresas multinacionais nos primeiros níveis da cadeia de produção, atividades de inovação tendem a ser planejadas em nível global, buscando harmonização com projetos das matrizes e fornecedores internacionais. O financiamento de projetos e aquisição de infra-estrutura é prioritariamente de capital próprio, seguido por financiamento do BNDES (Salerno, 2001).

Na figura 6, o Sistema de Inovação do setor Automobilístico Brasileiro é dividido em

blocos que indicam a função de cada agente. As montadoras Fabricantes Originais de Equipamentos (*Original Equipment Manufacturer, OEM*) ocupam o ponto central da malha, relacionando-se com a matriz, fornecedores, instituições de pesquisa, concorrentes, clientes e governo para realização de suas atividades (Ibusuki et al, 2017).

**Figura 6: Matriz do Sistema de Inovação do Setor Automobilístico Brasileiro**



**Fonte:** Ibusuki et al, 2017)

As atividades destas empresas geralmente são de adaptação de projetos, ou “tropicalização”, delegando atividades de inovação para matrizes e centros de excelência internacionais (Salerno, 2001). Muitas vezes, a montadora não toma decisões referentes às especificações de projeto e tecnologia de certos produtos entregues por sistemistas, mantendo-se a par somente do custo de execução e qualidade do fornecedor; em outros casos, os fornecedores são excluídos de atividades globais ou produzem componentes selecionados, em projetos que dependam de tecnologia exclusiva das montadoras (Posthuma, 1993).

O quadro 6 mostra números obtidos em uma pesquisa feita por Salerno em 2001, envolvendo 224 firmas que compõem o setor automotivo nacional. Segundo os dados colhidos, menos de um quarto das transnacionais aferidas realizava atividades de estilo e conceito de produto no Brasil, e menos de um terço tinha seus desenhos de engenharia feitos nacionalmente. Os números de design de processos, adaptação de produto e design são mais expressivos, indicando prioridade destas atividades nas empresas instaladas no país.

**Quadro 6: Distribuição de atividades de design entre matrizes e filiais de transnacionais automotivas instaladas no Brasil.**

Atividades de Design	Matriz	Brasil	Ambos
Concepção do produto, definição de design e componentes	<b>54%</b>	23%	14%
Desenhos de Engenharia	<b>47%</b>	32%	14%
Testes e Prototipagem	32%	<b>46%</b>	21%
Adaptação dos Produtos às condições e mercado locais	12%	<b>69%</b>	8%
Desenvolvimento do Processo de Produção	22%	<b>64%</b>	14%
Adaptação do Processo de Produção às condições locais	9%	<b>83%</b>	3%

**Fonte:** Adaptado de Salerno, 2001

A pontuação elevada do desenvolvimento de processo de produção nacional é condizente com a literatura apresentada no presente capítulo, quando associada aos demais indicadores que se destacaram nacionalmente, que priorizam processos de adaptação desenvolvidos no Brasil. Muitas das atividades inovadoras destas montadoras tiveram início antes dos anos 1990, quando o mercado brasileiro ainda era fechado internacionalmente mas contava com filiais de montadoras transnacionais instaladas no país. Plataformas de design derivativo tiveram sucesso localmente, como os projetos do Fiat Palio e do Celta, da General Motors, que transformaram as subsidiárias brasileiras na base principal do design das versões nacionais destes veículos. (Zilbovicius et al, 2002)

Além de atividades de estilo de acordo com particularidades do mercado consumidor brasileiro, o país apresenta condições únicas que necessitam de atenção local, como calibração e materiais. No campo de pesquisa, o Brasil é referência em produção e estudo de biocombustíveis à base de Etanol (Leite e Cortez, 2013). O país também é um campo de pesquisa interessante por conta do aprofundamento de relações entre filial, matriz e fornecedores, estabelecidas prioritariamente na segunda metade década de 1990, onde fornecedores assumem o papel de sistemistas que fornecem as matrizes (Vanalle e Salles, 2011). As considerações apresentadas pelos autores ainda são relevantes atualmente, devido ao manutenção de relações e agentes do sistema de inovação envolvidos no mercado automotivo local.

Normas internacionais prevêem substituição de aproximadamente 10% do consumo de combustível por fontes renováveis até o ano de 2025, e o Brasil destaca-se por ter área adequada para produção dez vezes superior ao necessário para atender este parâmetro. A potencialidade do país para produção de cana-de-açúcar é refletida em sua área apropriada para plantio, que totaliza 271 milhões de hectares próprios para plantio sem irrigação e aproximadamente 300 hectares contando áreas irrigadas, sobretudo nas regiões Centro-Oeste e Nordeste (Leite e Cortez, 2013).

No plano internacional, o setor automotivo brasileiro está acima da média de inovação de outras indústrias nacionais, mas abaixo do setor automotivo de países europeus, onde encontram-se as matrizes de transnacionais estabelecidas no Brasil, conforme indicado no Quadro 7. Os indicadores de empresas européias no quadro foram colhidos com dados de pesquisas feitas em empresas da Alemanha, Espanha, França e Itália, e confrontados com dados da Pesquisa de Inovação – PINTEC, realizada pelo IBGE (Negri et al, 2008). A indústria automotiva brasileira excede a média nacional de inovação em empresas e de produtos que sejam novos para o mercado local, mas fica abaixo da média em inovação de produto.

**Quadro 7: Comparativo de inovação entre Brasil (2005) e países da Europa (2004).**

Atividades de Design	Brasil		Europa	
	Automotivo	Total	Automotivo	Total
Empresas Inovadoras	37%	34%	53%	39%
Inovadoras de Produto	19%	21%	40%	25%
Inovadoras de Produto novo para o Mercado	5%	4%	22%	12%

**Fonte:** Adaptado de Negri et al, 2008

Uma explicação para a defasagem em inovação de produto pode ser dada pelo ciclo de vida automotivo, que dita o tempo compreendido entre introdução do veículo do mercado e sua substituição; e pela variedade de produtos, referente à quantidades de permutações disponíveis ao consumidor de um modelo em particular (Holweg e Greenwood, 2001).

Um mesmo veículo pode ter diversas versões, agrupadas de acordo com uma plataforma comum. Alterações pequenas em um veículo presente em uma plataforma contribuem para aumentar a variedade de opções disponíveis sem que o ciclo de vida do modelo seja alterado, por envolver remodelagem de suas características básicas. Plataformas são utilizadas para ganho de variedade da marca, sem que os benefícios que advêm da compra de partes comuns às versões em larga escala sejam comprometidos (Scavarda et al, 2005).

No mercado automotivo internacional, caracterizado por inovação de produto acima da média industrial, o número de plataformas e o ciclo de vida automotivo encontram-se em declínio (Holweg e Greenwood, 2001). A combinação destes fatores indica plataformas que atendem uma quantidade maior de modelos da marca, promovendo substituições ou remodelagem significativa que resultam em novas tecnologias e ciclos de vida menores do produto. A maior adesão a transformações significativas reflete no índice de inovação de produto superior à média da indústria.

No Brasil, o número de plataformas ainda é crescente, contrariando a tendência

mundial. Tal situação pode ser explicada pela mudança da configuração da cadeia automotiva brasileira em 1997, impactada pela entrada de novos competidores no mercado nacional. Montadoras entrantes ingressaram no mercado e estabeleceram novas plataformas produtivas, enquanto competidores já estabelecidos ampliaram o número de plataformas para atuar em mais segmentos de mercados (Scavarda et al, 2005). Como plataformas lidam com muitas mudanças em estilo sem necessariamente impactar o sistema do veículo, tal configuração pode explicar o índice de inovação de produto da cadeia automotiva nacional estar abaixo da média da indústria.

Tendo em vista este panorama de baixa inovação feita com tecnologia e pesquisa nacional, o governo brasileiro sancionou o programa de incentivo fiscal Inovar Auto, que “tem como objetivo apoiar o desenvolvimento tecnológico, a inovação, a segurança, a proteção ao meio ambiente, a eficiência energética e a qualidade dos veículos e das autopeças”. (MDIC, 2012, Art 1º).

O decreto descreve condições de adesão, metas estabelecidas para o mercado automotivo, benefícios e multas associadas ao cumprimento dos compromissos firmados pelas empresas participantes. Em seus objetivos e requisitos, é a primeira política pública que estabelece contrapartida e metas para o setor (Suzigan, 2017).

O estabelecimento de contrapartidas é uma melhoria em relação a políticas que entregam benefício sem nenhum retorno associado, mas não significa necessariamente que as metas sejam adequadas, sobretudo sob a ótica de que o governo brasileiro tem pouca prática em políticas industriais devido ao longo período de ausência das mesmas em sua agenda estratégica.

Na seção seguinte, o texto do decreto é analisado para levantamento das métricas, e contrastado com a literatura levantada quanto à efetividade e decisões de design tomadas em sua formulação.

### **3.2 O programa Inovar Auto**

Para adesão ao Inovar Auto, a empresa solicitante deve estar dentro dos parâmetros estabelecidos no Decreto de número 7.819, de 3 de Outubro de 2012, promulgado pelo Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços. Em seu texto, o decreto supracitado regulamenta artigos referentes às condições de adesão e benefícios do programa.

O programa foi lançado em 2012, para encorajar a indústria automotiva a produzir veículos mais eficientes e seguros com base em pesquisa e desenvolvimento nacional. O aspecto principal do programa é dar desconto percentual de até 30% no Imposto sobre Produto Industrializado (IPI), vinculado a requerimentos que se tornam mais rígidos a cada ano (MDIC, 2012).

O objetivo principal é igualar o consumo dos veículos brasileiros aos de outras regiões do mundo, através do desenvolvimento e incorporação de tecnologia. O nível de consumo veicular definido como meta do programa gira em torno de 88% da média nacional em seu ano de aplicação.

Veículos elétricos e híbridos não foram diretamente referenciados na disposição do programa. Mesmo com valores melhores para consumo, estes veículos são submetidos a uma sobretaxa de 30% no IPI quando importados. Montadoras como Nissan e Toyota sinalizaram a possibilidade de produção no Brasil caso esta taxa seja removida e subsídios adicionais sejam oferecidos. O impacto do Inovar Auto é pequeno sobre estes veículos por não diminuir as taxas inerentes à importação de peças e atuar sobre o volume de vendas das montadoras, que tem um percentual baixo de vendas de veículos com maior grau de eletrificação (Marx e Mello, 2014).

Como medidas específicas referentes a biocombustíveis também não são encontradas no decreto governamental, assume-se que o programa busca redução de consumo sem especificar o tipo de combustível ou tecnologia utilizados para tal.

### 3.2.1 Condições de Adesão

Em uma descrição sucinta, a adesão é permitida para empresas que se dediquem à produção, comercialização ou instalação de fábrica dos seguintes produtos: tratores, automóveis para 10 pessoas ou mais, automóveis de passageiros e transporte de pessoas ou veículos automóveis para transporte de mercadorias ou chassis equipados com motores presentes nos itens anteriores (MDIC, 2012). Tais produtos são referenciados pelos códigos 8701, 8702, 8703, 8704 e 8706 na Tabela de Incidência de Imposto Sobre Produto Industrializado (TIPI), que codifica mercadorias em um sistema harmonizado para uso governamental.

Tendo cumprido o pré-requisito de produzir, comercializar ou instalar fábrica para produção dos produtos listados no decreto, a empresa deve “realizar, no País, diretamente ou por intermédio de terceiros, a quantidade mínima de atividades fabris e de atividades de infraestrutura de engenharia relacionadas no Anexo III, em pelo menos oitenta por cento dos veículos fabricados, conforme cronograma” (MDIC, Art 7º, Inciso I, 2012).

O cronograma referido no artigo indica o número de atividades fabris a serem realizadas em cada ano, de acordo com a classificação dos produtos produzidos pela empresa, que podem ser com automóveis comerciais leves, caminhões e chassis. Para comerciais leves, são consideradas as seguintes atividades:

1. Estampagem;
2. Soldagem;
3. Tratamento anticorrosivo e pintura;
4. Injeção de plástico;
5. Fabricação de motor;
6. Fabricação de caixa de câmbio e transmissão;
7. Montagem de sistemas de direção e suspensão;
8. Montagem de sistema elétrico;

9. Montagem de sistemas de freio e eixos;
10. Produção de monobloco ou montagem de chassis;
11. Montagem, revisão final e ensaios compatíveis;
12. Infraestrutura própria de laboratórios para desenvolvimento e teste de produtos.

O cronograma indica o número mínimo de atividades para cada ano, começando em oito atividades em 2013 e indo até dez atividades em 2017. Empresas que adotem o Inovar Auto durante o período iniciam em 8 atividades, com evolução conforme a tabela. Pode-se argumentar que o critério para 2013 seria melhor fraseado como requisito do primeiro ano de vínculo, com as próximas entradas representando os anos seguintes.

Esta regra é válida para os demais requisitos dependentes do ano, compilados no quadro 8. O cumprimento do inciso I, referente às atividades fabris, é obrigatório para todas as empresas participantes, por definir o tipo de atividades relevantes ao escopo do programa. Empresas que produzem veículos nacionalmente devem atender a pelo menos um dos critérios expostos nos incisos II e III, referentes à investimento percentual em P&D e Engenharia, respectivamente, incidentes sobre a receita bruta total de venda de bens e serviços, excluídos os impostos e contribuições incidentes sobre a venda.

Por ser um critério de inclusão de empresas do setor automotivos, é esperado que as atividades fabris descritas no inciso I sejam inerentemente praticadas por montadoras e fornecedores que adotem o programa, não exigindo qualquer ação além da confirmação destas atividades dos mesmos. Os incisos II e III, por outro lado, são critérios de investimento em atividades que incidem sobre o desempenho tecnológico, que idealmente deve ter crescimento durante o programa.

**Quadro 8: Requisitos do programa Inovar Auto descritos no art 7º, de acordo com o Ano Calendário vigente.**

Fonte	Inciso I	Inciso II	Inciso III	Inciso IV
Ano Calendário	Número de Atividades Fabris	Investimento em P&D	Investimento em Engenharia	Etiquetagem da Frota
2013	8	0,15%	0,50%	36%
2014	9	0,30%	0,75%	49%
2015	9	0,50%	1,0%	64%
2016	10	0,50%	1,0%	81%
2017	10	0,50%	1,0%	100%

**Fonte:** Elaboração própria, com dados do decreto nº 7819, MDIC, 2012

O primeiro ponto de atenção é a exclusão de necessidade de atendimento de um dos critérios para empresas que produzem veículos, que podem se classificar para o benefício sem realizar investimento em P&D ou Engenharia. Mais preocupante, é o fato de que empresas estabelecidas já contam com investimentos percentuais superiores aos exigidos pelo programa, na ordem de 2 a 3%, classificando-se automaticamente em um critério em que ganho incremental deveria ser esperado (Ibusuki et al, 2017).

O requerimento de valores fixos e inferiores aos praticados por montadoras abre brecha para captação de recursos para atividades que já seriam realizadas na empresa, caracterizando o efeito de *crowding out* (Avellar, 2009). Esta possibilidade anula parcialmente um dos principais pontos positivos do programa, que é a exigência de contrapartida das empresas vinculadas em pesquisa que beneficiaria todo o setor e sociedade. Em um exemplo claro da brecha nos incisos, as duas montadoras premiadas com crédito extra por cumprirem integralmente as disposições do programa tiveram redução de engenharia local, importando soluções de consumo da matriz e mantendo seus valores de investimento nacional acima do mínimo exigido pelo

programa (Ibusuki et al, 2017).

O inciso IV é referente à adesão de percentual dos modelos produzidos pela empresa ao programa de Etiquetagem Veicular, coordenado pelo Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia - INMETRO. A adesão ao programa é ligada à meta de eficiência energética, por permitir que consumidores comparem a eficiência dos veículos através da etiqueta fornecida pelo INMETRO, que pontua cada veículo através de testes em laboratório, onde variáveis que incidem sobre o consumo final são controladas durante a direção (INMETRO).

### **3.2.2 Requisitos de consumo**

Paralelamente a possuir atividades condizentes com o escopo do programa, é exigido que os veículos produzidos estejam acima de uma meta estabelecida de eficiência energética, definida no decreto como “níveis de autonomia expressos em quilômetros por litro de combustível (Km/l) ou níveis de consumo energético expressos em megajoules por quilômetro (MJ/Km)” (MDIC, Anexo II, Primeiro Parágrafo, 2012). A autonomia e consumo por quilômetros são parâmetros proporcionais, indicando com igual eficácia a eficiência energética do veículo.

O decreto mede a eficiência energética através de três metas de consumo, calculadas a partir da relação entre o desempenho dos veículos produzidos durante a participação no programa e da massa média da frota declarada pela empresa. A meta  $CE_1$  estabelece o consumo máximo dos veículos contemplados pelo programa, que caso ultrapassado submete a empresa às penalidades previstas no artigo 32.

Em uma descrição sucinta, o não cumprimento da meta de consumo  $CE_1$  implica em multa que varia para cada ponto percentual acima do limite. O primeiro ponto percentual implica em multa de 50 reais, o segundo em 270 e o terceiro em diante multa a empresa em 360 reais por ponto. Estes valores incidem sobre cada veículo produzido, devendo ser multiplicados pelo volume de venda para cálculo do montante

devido pela empresa. Empresas que apresentem informações incorretas devem estornar a diferença de crédito presumido apurado e recolhido, calculado para cada mês de desarranjo e corrigido pela taxa Selic (MDIC, Art 32, 2012).

As metas CE<sub>2</sub> e CE<sub>3</sub> indicam valores de consumo menores, estabelecidas para concessão de benefício adicional para empresas que atingirem índices de eficiência energética acima do mínimo exigido. Empresas que cumprirem as metas de consumo de benefício extra contam com desconto de 1 ou 2% na alíquota do Imposto sobre Produto Industrializado - IPI, a depender da meta atingida. O quadro 9 apresenta a formulação utilizada para o cálculo de cada meta de consumo, junto aos benefícios associados ao cumprimento.

**Quadro 9: Fórmulas para cálculo dos requisitos de consumo do programa e benefícios associados ao cumprimento.**

Requisito	Fórmula	Benefício
CE <sub>1</sub>	$1,155 + 0,000593 \times M$	Requisito para habilitação no Inovar-Auto
CE <sub>2</sub>	$1,067 + 0,000547 \times M$	Redução de alíquota de dois pontos percentuais do IPI
CE <sub>3</sub>	$1,111 + 0,000570 \times M$	Redução de alíquota de um ponto percentual do IPI

M: massa média (Kg), em ordem de marcha, de todos os veículos vinculados ao programa e comercializados no Brasil pela empresa habilitada, ponderada pelas vendas ocorridas no período de vigência

**Fonte:** Adaptado do decreto nº 7819, MDIC, 2012

### 3.2.3 Benefícios fiscais

Segundo o artigo 12 do Decreto nº 7819, empresas com atividades elegíveis contam com crédito presumido no Imposto sobre Produto Industrializado (IPI). O IPI incide sobre produtos industrializados, nacionais e estrangeiros, tabelados com alíquota de tributação de acordo com o decreto nº 7.212 de 15 de junho de 2010 (MDIC, 2010).

O crédito previsto pelo programa Inovar Auto é apurado com base nos dispêndios relativos a insumos estratégicos, ferramentaria, pesquisa, desenvolvimento tecnológico, inovação tecnológica, recolhimentos ao Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – FNDCT, na forma da legislação específica, capacitação de fornecedores e engenharia e tecnologia industrial básica (MDIC, 2012).

Este benefício faz com que investimentos nas atividades dispostas no artigo sejam ressarcidos às empresas na forma de crédito fiscal. O crédito é calculado de acordo com o dispêndios realizados no segundo mês calendário anterior ao mês de apuração.

Visando incentivar a produção nacional, dispêndios em insumos estratégicos e ferramentaria tem retorno superior ao valor investido, que é multiplicado por um fator que varia entre 1,3 a 1 durante a vigência do programa. O valor inicia em 1,3 e decresce a cada ano de vínculo, de acordo com a escala apresentada no quadro 10.

**Quadro 10: Fator de multiplicação do crédito referente a dispêndios em insumos estratégicos e ferramentaria.**

Ano Calendário	Fator
2013	1,3
2014	1,25
2015	1,15
2016	1,1
2017	1

**Fonte:** Adaptado do decreto nº 7819, MDIC, 2012

Assim como acontece com os requisitos vinculados ao ano calendário, empresas que se instalaram posteriormente no Brasil contam com o fator de 1,3 em seu primeiro ano de apuração, que decresce na mesma taxa para cada ano de vínculo. O fator decresce de ano em ano para incentivar o uso de produtos nacionais pelas empresas, que devem incorporar mais tecnologia brasileira em seus produtos para manter os índices de desconto com fatores de multiplicação menores.

Além do crédito presumido, o cumprimento das metas adicionais CE<sub>2</sub> e CE<sub>3</sub> acarreta na redução da alíquota percentual de IPI em 1 e 2%, a depender do patamar atingido pelos veículos no que se refere ao consumo de combustível médio.

Por incidir sobre o produto, a diminuição do IPI oferece uma margem de lucro maior para as empresas em cada venda de veículo, devido a menor tributação. Analogamente às multas previstas para o descumprimento do critério de consumo máximo, o benefício da redução de alíquota deve ser multiplicado pelo volume de vendas da empresa para cálculo do crédito recebido. Segundo auditoria realizada pelo MDIC em 2018, esta combinação de créditos fiscais totalizou um investimento da ordem de R\$ 6,7 bilhões por parte do governo brasileiro. A meta de investimento prevista no lançamento do programa era da ordem de R\$ 4,7 bilhões (MDIC, 2018).

### **3.3 Inovar Auto enquanto política de crédito fiscal**

A seção 2.5 do presente trabalho define políticas de incentivo fiscal com base nos parâmetros de decisão adotados para sua formulação. De posse do projeto de lei que deu origem ao Inovar Auto, a presente subseção objetiva classificar o programa dentro dos parâmetros indicados, para melhor entendimento de suas potencialidades e limitações.

O primeiro parâmetro de decisão se refere ao tipo de incentivo fiscal concedido para atividades de P&D. Por oferecer crédito presumido sobre o IPI e ligar requisitos de consumo a metas extras de redução do imposto sobre produto industrializado, o Inovar Auto pode ser classificado como uma política de incentivo que combina elementos de concessões especiais com crédito fiscal.

Concessões especiais implicam no retorno acima do investimento, como é o caso para insumos estratégicos e ferramental, que tem o valor do dispêndio multiplicado por um fator superior a 1 para cálculo do crédito no imposto. O crédito fiscal é atrelado ao

estabelecimento de metas que geram um desconto percentual no IPI dos produtos comercializados pela empresa.

Os créditos de IPI e benefício fiscal são medidos de acordo com eficiência energética média dos veículos vendidos e investimentos em engenharia e P&D, sem levar em conta os histórico de investimentos da empresa em inovação ou a eficiência energética de seu veículos antes da adesão, tendo como base somente os volumes nos anos vigentes.

O programa define atividades fabris elegíveis para participação em seu artigo 7, visando manter o escopo no mercado automotivo, e define as atividades passíveis de crédito no IPI em seu artigo 12, que são insumos para inovação, ferramentaria, pesquisa, desenvolvimento, capacitação de fornecedores e atividades de engenharia. Este leque de atividades é fechado, por não diferenciar o tipo de tecnologia a que estas atividades são direcionadas e não traduzir atividades de conexão da empresa com outros agentes do SNI automotivo.

Passada a etapa de elegibilidade, os créditos são diferenciados entre veículos leves e caminhões, mas não existe diferenciação de acordo com o tamanho da empresa, cabendo somente um crédito extra às montadoras que produzem veículos com maior eficiência energética segundo a medição prevista no programa. Assim como não há diferenciação entre tipos de tecnologias relacionados à eficiência, como biocombustíveis ou hibridização.

O quadro 11 resume as informações tratadas no capítulo, confrontando algumas das disposições do programa Inovar Auto com características de montadoras transnacionais já estabelecidas no Brasil, de acordo com a literatura utilizada no capítulo. A compilação de informações contidas nele é relevante para a próxima seção, onde uma metodologia de elaboração de parâmetros governamentais mais adequados ao mercado afetado é proposta.

**Quadro 11: Características do programa Inovar Auto e de montadoras transnacionais estabelecidas no Brasil.**

Inovar Auto	Montadoras Transnacionais estabelecidas no Brasil
Metas vinculadas à redução consumo de combustível dos veículos, com base no volume de vendas.	Adoção de soluções que incidam sobre toda a frota, devido ao cálculo de redução de consumo ser feito com base no volume de vendas.
Investimentos mínimos em P&D ou Engenharia na ordem de 0,5 e 1% do faturamento anual, com possibilidade de exclusão de um dos critérios para montadoras que fabriquem veículos nacionalmente.	Investimentos em Engenharia na ordem de 2 a 3% do faturamento, antes da adesão ao programa. Possibilidade de redução de investimento ainda atender aos critérios estabelecidos, por não haver cálculo com base incremental.
Desconto no IPI decrescente, vinculado a requerimentos que se tornam mais rígidos a cada ano após a adesão.	Cumprimento automático dos requerimentos de adesão, restando lidar com fatores de desconto do IPI que passam de um benefício adicional de 30% para um desconto de 1 para 1 no último ano de adesão.
Não dá atenção especial a tecnologias de redução de consumo através de eletrificação ou biocombustíveis.	Investimento modesto em redução de consumo através de eletrificação e biocombustíveis, devido ao baixo volume de vendas de veículos com estas tecnologias e investimentos para importação não serem contemplados pelo programa.
Sem requerimentos referentes a conexão com centros de pesquisa ou outros agentes do SNI.	Conexões de longo prazo com fornecedores globais, delegando atividades de menor densidade tecnológica para fornecedores brasileiros. Pouco ou nenhum contato com universidades e centros de pesquisa.
Retorno dos investimentos feitos nacionalmente na forma de crédito fiscal, com concessões especiais para investimentos em insumos estratégicos e ferramental.	Adaptação de tecnologias importadas da matriz para o mercado local, com pouca atividade inventiva feita nacionalmente. Investimentos em insumos estratégicos e ferramental é feito nacionalmente, independentes do local de desenvolvimento das soluções de engenharia.

**Fonte:** Elaboração própria

#### **4 Formulação e Impacto do Programa Inovar Auto na cadeia automotiva: Uma análise de um caso específico de montadora via diagrama de blocos**

Segundo o levantamento bibliográfico, pode-se perceber que o sistema de inovação automotivo brasileiro é composto por empresas em diversos níveis de uma cadeia, com as posições mais altas definidas prioritariamente no período da abertura do mercado brasileiro, ocorrida na segunda metade década de 1990 (Vanalle e Salles, 2011).

As maiores montadoras instaladas no Brasil são filiais de empresas transnacionais, e contam fortemente com suas matrizes e fornecedores também internacionais em seu design de produtos e processos. A participação de fornecedores brasileiros em atividades de desenvolvimento é baixa, sendo geralmente limitada ao fornecimento peças e insumos para montadoras e fornecedores internacionais, que realizam atividades de maior densidade tecnológica (Posthuma, 1993).

Observando a análise do capítulo anterior, com atenção especial às montadoras transnacionais instaladas no Brasil, é possível perceber que esta tendência das montadoras a se conectarem prioritariamente com fornecedores e unidades fora do país deixa muito pouco dos processos com potencial de inovação sob o comando de agentes nacionais. Com foco principalmente na adaptação de componentes e sistemas recebidos das matrizes e fornecedores, é prática comum importar soluções de engenharia de terceiros, sem que um envolvimento de unidades e atividade de engenharia brasileiros sejam largamente empregados no desenvolvimento de soluções globais (Ibusuki et al, 2017).

Visando incentivar nossa cadeia nacional a participar mais ativamente de processos de inovação, o programa Inovar Auto foi lançado como política industrial de fomento à inovação através de crédito fiscal, mas não se limitou ao escopo de tornar as empresas mais inovadoras e não estabelece bases qualitativas para direcionar o cumprimento deste objetivo.

O objetivo de se tornar mais inovador é uma meta de longo prazo, que envolve múltiplas transformações e conexões dentro de um sistema nacional, e o programa delinea objetivos mais imediatistas, para cumprimento em médio prazo, refletidos na eficiência energética dos veículos nacionais. Este objetivo é crítico por estabelecer um patamar mínimo de eficiência, que deve ser cumprido para evitar multa às empresas vinculadas, além de trazer a possibilidade de que estas empresas consigam benefícios extras através do cumprimento de metas secundárias (MDIC, 2012).

Ainda assim, o programa tem seu mérito perante a realidade vigente durante sua formulação e implementação, por exigir contrapartida das empresas participantes na forma de resultados, fato inédito dentro do contexto de políticas industriais brasileiras, muitas vezes tomadas por interesse do capital privado e sem a burocracia necessária para conduzir seus adotantes a práticas benéficas à inovação (Suzigan, 2017).

Partindo do pressuposto que esta mudança indica um esforço real de tornar a malha de inovação nacional mais robusta, o presente trabalho propõe pontos qualitativos de interesse, de acordo com análise do sistema nacional de inovação brasileiro, e trás um relatório de pesquisa qualitativa com base no Manual de Oslo, para aferir a adoção de atividades inovativas por estas empresas.

#### **4.1 Pressupostos e Hipóteses**

Para fins de estudo, a presente análise do Programa de Incentivo à Inovação Tecnológica e Adensamento da Cadeia Produtiva de Veículos Automotores adota suposições sobre o sistema nacional de inovação brasileiro, as metas do programa de inovação e as ações dos agentes vinculados ao programa.

Sobre a cadeia automotiva brasileira e o SNI local, é pressuposto que:

-Há interesse real do governo em promover maior inovação automotiva com base nacional;

-O aumento de inovação pode ser obtido com fortalecimento dos vínculos entre a cadeia automotiva e agentes do sistema nacional de inovação;

-O fortalecimento de vínculos do SNI não é a única forma de promover inovação e não tem efeito sem apoio de outras medidas específicas, mas é considerada a principal estratégia do programa, devido ao foco do mesmo em parâmetros que refletem envolvimento com agentes nacionais;

Tais pressupostos partem do princípio que a conexão com o SNI não é a única forma de promover inovação, mas dado o histórico de ligação entre montadoras e fornecedores internacionais e desconexão com centros de pesquisa locais, a promoção de atividades entre estes agentes têm grande potencialidade. O modelo de promoção de inovação e empreendedorismo gerido por universidade, governo e empresa tem base na bibliografia, sendo denominado Hélice Tríplice (Etzkowitz e Zhou, 2017).

A configuração de Hélice Tríplice parte do princípio de que empresas e universidades podem colher benefícios com interações mais intensas, cabendo ao governo mediar estas interações. Em relações bilaterais, é possível que a rejeição ou aceitação de propostas por uma pessoa ou organização de prestígio ocorra sem com considerações inaccuradas, havendo ainda a possibilidade de impasses referentes a objetivos e metas, por se tratarem de instituições com estrutura e objetivos diferentes. Relações trilaterais moderam estas tendências através das possibilidades de mediação e consolidação de objetivos em torno de um vínculo comum (Etzkowitz e Zhou, 2017).

O quadro 12 indica os principais ganhos apontados em uma pesquisa conduzida por Young S. Lee em 1997 durante seis meses, onde figuras relevantes no meio empresarial e acadêmico foram questionadas sobre os principais ganhos que suas instituições teriam com um maior contato entre empresa e universidade. As respostas referentes à visão acadêmica foram colhidas entre 671 pesquisadores e engenheiros escolhidos entre 40 universidades com atividade intensa de P&D junto à indústria,

segundo o NSF, e de forma análoga 140 respostas foram colhidas de funcionários de empresas que desenvolvem atividades com universidades e centros de pesquisa (Lee, 2000).

**Quadro 12: Hierarquização das motivações para pesquisa colaborativa manifestadas por membros de empresa e universidades.**

O que a Empresa busca na Universidade	Rank	O que a Universidade busca na Empresa
Pesquisa em Desenvolvimento de Produto	1	Assegurar financiamento para pesquisa de graduandos e equipamento de laboratório
Conduzir pesquisa em busca de novas tecnologias	2	Ganhar direcionamento em aplicações para pesquisas
Resolver problemas técnicos	3	Aplicação de testes de campo das teorias
Design de protótipos	4	Fundos suplementares para pesquisa
Seminários e Workshops	5	Benéfico para a missão da universidade de se fazer presente na comunidade
Conduzir pesquisa básica	6	Criação de estágios e empregos para estudantes
Dar suporte às universidades	7	Ganho de conhecimento relevante para o ensino
Desenvolvimento de software	8	Busca de oportunidades de negócio

**Fonte:** Adaptado de Lee (2000)

Em suma, universidades ganham com a troca através do financiamento privado e da possibilidade de aplicação prática de suas pesquisas. O maior contato com empresas cria oportunidades de estágio e emprego para estudantes, direcionando as visões de pesquisa para aplicações práticas e oportunidades de negócios que complementam o ensino e escopo de publicações da instituição. Empresas ganham com o acesso à pesquisa, podendo desenvolver novos produtos e processos, resolver problemas técnicos e melhorar a qualidade de seus produtos através do contato com professores e estudantes. Este relacionamento permite condução e reorientação do P&D por docentes e recrutamento de estudantes graduados que já tenham familiaridade com o mercado (Lee, 2000).

Sobre as metas que compõem o programa, é pressuposto que:

-As metas e requisitos do programa devem refletir adequadamente o interesse primário para sua adoção, que nesta análise é considerado como o aumento de potencial de inovação nacional no setor automotivo;

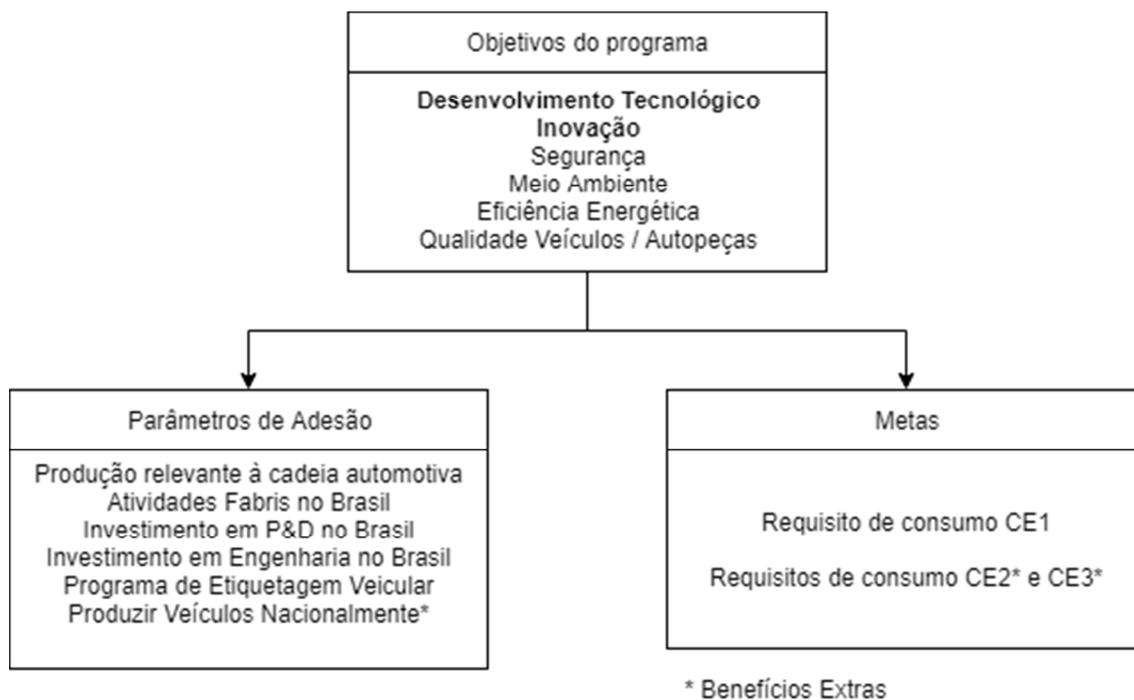
-Metas secundárias devem ser incluídas com cuidado em um programa de fomento à inovação, para que ações necessárias ao seu cumprimento não sejam conflitantes com ações que visam cumprimento das metas primárias;

-As metas adotadas são quantitativas, e não levam em conta melhoras qualitativas importantes para fortalecimento do SNI, podendo premiar ações fora do escopo original do programa;

As suposições acima refletem o caráter sujeito a falhas da tradução de objetivos desejados em metas a serem alcançadas pelo programa. Segundo a teoria do *Design Thinking*, que reflete sobre a capacidade humana de simular propriedades de artefatos e sistemas, representações e modelos sempre tem caráter de aproximação, nunca refletindo a totalidade das características do fenômeno que tentam simular. Tais modelos são falhos pela limitação intrínseca das suposições que permeiam sua formação, e por só poderem fazer o que são programados para fazer. Geralmente, a simulação completa não é o objetivo dos modelos, que buscam indicar o funcionamento de rotinas e elementos específicos, definidos de acordo com os objetivos que motivaram sua criação (Simon, 1996).

No caso do presente trabalho, o objetivo é a criação de um modelo que aproxima interações previsíveis à realidade, ligando atividades e ações que estimulam inovação ao projeto de metas do programa governamental, de modo que tais metas estimulem as empresas adotantes a realizar tais atividades. A figura 7 indica uma representação das metas do programa, que serve como primeiro passo para a análise de sua efetividade e relação com o sistema a ser controlado.

**Figura 7: Parâmetros e Metas que delinham o cumprimento dos objetivos do programa Inovar Auto.**



**Fonte:** Elaboração própria, com base no decreto nº 7819, MDIC, 2012

Na figura 7, os objetivos surgem como motivação primária para criação de um programa, mas precisam ser convertidos em metas claras no decreto para estipular as condições de adesão e cobrança. Para estabelecimento destas metas, é necessário profundo conhecimento do sistema a ser controlado, de modo que as cobranças sejam convertidas em ação deste sistema em relação aos objetivos que motivaram a criação do programa governamental.

Em um exemplo simples, não é possível que uma política tenha como uma das metas de seu texto “Seja mais inovador”. Mesmo refletindo o objetivo governamental para as empresas adotantes, “ser inovador” é um parâmetro abstrato, que se pauta em diversos indicadores e pode ser fruto de vários tipos de ação. Analisando medidas que tornam uma empresa mais inovadora, é possível fazer com que ações relevantes para este objetivo sejam traduzidas em metas mensuráveis, como o aumento de interação com centros de pesquisa ou aumento percentual do investimento em P&D e atividades de engenharia. As metas são a forma de aproximar as empresas adotantes do objetivo

e ditam a estratégia das mesmas para cumprimento do programa, e devem ser cuidadosamente pensadas para evitar brechas.

As suposições finais tangem as estratégias disponíveis para que as montadoras adotantes do Inovar Auto cumpram estas metas. O presente trabalho pressupõe que:

-De acordo com o decreto governamental disponível, o objetivo mais crítico a ser cumprido por montadoras já estabelecidas é a meta de eficiência energética, que é de médio prazo e não necessariamente envolve engenharia nacional;

-A conexão com novos agentes do sistema nacional de inovação é opcional, e não necessariamente é a estratégia mais eficiente para cumprimento de metas de médio prazo;

-É possível cumprir os requisitos do programa através de ações que não necessariamente estejam de acordo com a motivação do mesmo, visto que tais metas falham em refletir a realidade desejada por seus criadores.

Estas suposições dialogam com as anteriores, que são o desejo governamental de tornar a cadeia automotiva mais competitiva e desenvolvida tecnologicamente, e a inadequação das metas do programa para alcançar este objetivo. Para montadoras estabelecidas no mercado, o estratégia de cumprimento de parâmetros de participação é direta, bastando que as empresas vinculadas apresentem números de acordo com o exigido pelo governo. O cumprimento das metas de consumo, por outro lado, é indireto, por ser resultado de esforço inventivo e atividades de engenharia engenharia, representando o produto de uma série de melhoramentos que não podem ser definidos prioritariamente.

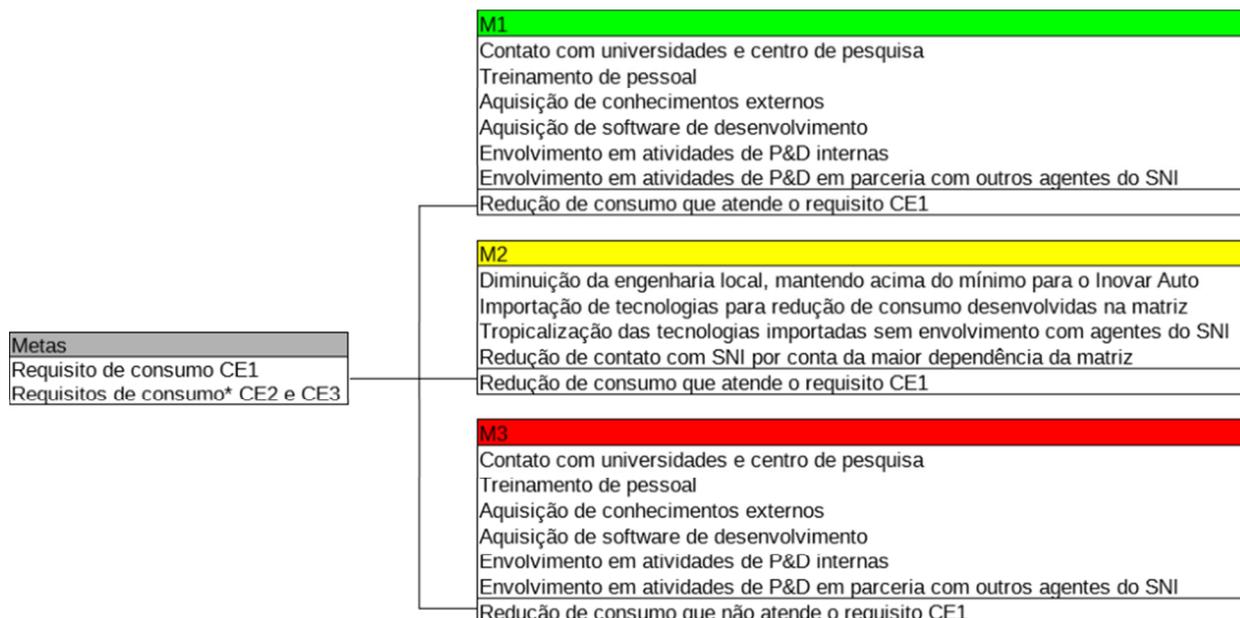
Em outras palavras, a elevação de investimento em engenharia ou P&D pode ser obtida através de um maior deslocamento de recursos para este fim, sem que o resultado deste investimento tenha peso para o cumprimento dos demais requisitos do programa. Considera-se que esta meta é direta por incidir sobre um parâmetro controlado diretamente pela empresa, que é o investimento de recursos.

A obtenção de veículos mais eficientes, por outro lado, pode não ser obtida mesmo com o deslocamento de recursos para este fim, por ser o produto do esforço de engenharia, e não sua entrada. Considera-se que é uma meta indireta por incidir sobre um parâmetro que a empresa não controla diretamente, tendo que manipular outras atividades controláveis para atingir o resultado desejado.

Um exemplo claro desta dissociação entre investimentos e resultados pode ser encontrado na seção 2.2, sobre políticas industriais, que exemplifica o funcionamento de SNI através da comparação entre Japão e URSS. No caso da URSS, o investimento em pesquisa e desenvolvimento não obteve resultados expressivos, por falhas em sua estratégia, que não destinava recursos para ações favoráveis ao seu cumprimento (Freeman, 1995). No contexto do programa, uma empresa que dedique investimentos em pesquisa sem que uma estratégia apropriada seja adotada tem chances baixas de obter resultados dentro do esperado, devido à desconexão entre suas ações e cumprimento do objetivo. A estratégia delinea a razão de retorno entre resultado e investimento.

Para ilustrar diferentes estratégias para cumprimento das disposições do programa, três montadoras teóricas são ilustradas na figura 8. O objetivo principal deste delineamento de estratégias é indicar a dissociação entre cumprimento das disposições do programa e o alcance do objetivo que motivou sua criação, que é o aumento de potencial inovativo e desenvolvimento tecnológico local. Como o único objetivo indireto que decorre de esforço inovativo é a redução de consumo de combustível pela frota, ele é o único retratado no bloco, assumindo que todas as montadoras adotaram os objetivos de atividades fabris, etiquetagem e investimentos mínimos estabelecidos.

**Figura 8: Estratégias empregadas para cumprimento do programa governamental por três montadoras fictícias.**



**Fonte:** Elaboração própria

Mesmo compondo o texto do decreto, as motivações de desenvolvimento e inovação não tem valor além do que é traduzido nas metas e disposições do texto, que são o parâmetro de medida utilizado para avaliar as empresas participantes. Entende-se que a falha de tradução entre objetivos e metas, suposta como existente no presente artigo, permitiria brechas a serem exploradas.

A primeira montadora retratada na figura (M1) é uma representação do comportamento objetivado pelos criadores do programa, segundo o texto inicial do decreto, que especifica que o Inovar Auto tem como objetivo apoiar o desenvolvimento tecnológico e inovação na cadeia automotiva (MDIC, 2012).

Visando atender igualmente às metas estabelecidas e os objetivos que motivaram a criação do programa, a montadora M1 investe em ações que aumentam seu potencial inovativo, colhendo seus resultados do desenvolvimento e inovação feitos com recursos disponíveis nacionalmente. Por se tornar mais apta a promover inovação devido à adesão ao Inovar Auto, considera-se que montadoras que seguissem a

estratégia empregada por M1 contribuirão para o sucesso do programa em tornar a cadeia automotiva mais competitiva e conectada ao SNI nacional.

A montadora M2 é apresentada como uma estratégia alternativa de cumprimento do programa, que é centrada no cumprimento das metas e disposições do mesmo mas não tem compromisso com o objetivo de desenvolvimento e inovação, visando buscar a rota estratégica mais vantajosa de acordo com as obrigações estabelecidas no texto.

Como as metas do programa estabelecem investimentos mínimos que são inferiores ao praticado pela montadora e não tem base de análise incremental sobre a variação destes investimentos, é possível que a estratégia de cumprimento seja pautada na redução de investimento local em P&D e atividades de engenharia, respeitando os limites estabelecidos pelo Inovar Auto. Tal redução é feita para que soluções desenvolvidas internacionalmente pela matriz ou parceiros sejam importadas e adaptadas, sem que atividade inventiva seja feita nacionalmente.

Por importar tecnologia, a montadora M2 não precisa lidar com os riscos associados à inovação, aplicando soluções já maturadas no mercado internacional e utilizando o benefício fiscal para atividades que já seriam realizadas localmente, como aquisição de insumos e ferramental. O risco reduzido de adotar soluções de mercados com maior grau de desenvolvimento tecnológico abre a possibilidade de que esta montadora tenha ganhos superiores à M1 com o programa, por ter maior chance de atingir as metas de consumo para benefício extra utilizando tecnologias mais maduras.

A montadora M3 ilustra uma estratégia de cumprimento de metas e objetivos do programa similar à utilizada por M1, mas que é falha devido ao caráter imprevisível de atividades de inovação (Tidd, 2005). Em suas atividades internas e com outros agentes do SNI, a empresa estabelece conexões que podem trazer resultados em longo prazo, mas que não são suficientes para cumprimento das metas de médio prazo do programa. Estudos de áreas como materiais, motorização ou aerodinâmica podem ter resultados abaixo do previsto ou inaplicáveis na frota, fazendo com que tempo e

dinheiro sejam investidos sem um retorno em eficiência energética dentro do tempo previsto pelo programa.

Em longo prazo, pode-se argumentar que a empresa eleva sua capacidade inovativa com base em tecnologia brasileira, por melhorar o conhecimento técnico de seus funcionários e estabelecer conexões locais com outros agentes do SNI, que abrem espaço para o desenvolvimento de soluções tecnológicas com foco nas características do mercado brasileiro. Mesmo sendo mais alinhada ao objetivo de promover inovação nacional do que M2, a montadora M3 não cumpre as metas de eficiência energética, sendo penalizada pela dissociação que o presente trabalho supõe durante a tradução dos objetivos do programa em metas.

A lógica que a representação busca ilustrar é de que é possível que uma montadora ideal (M1) seja aprovada cumprindo o objetivo de se tornar mais inovadora, mas é igualmente possível que uma montadora que reduza engenharia local (M2) também seja aprovada e uma montadora que apresente esforços genuínos para cumprir o programa seja reprovada por falhas em sua estratégia e situações que não necessariamente dependem de seu controle (M3).

De acordo com a lógica descrita acima, conclui-se que é possível burlar os objetivos do programa quando o foco da montadora é cumprir metas sem que haja um real comprometimento com as motivações por trás dos parâmetros. De acordo com as práticas inovativas previstas pelo Manual de Oslo, a empresa M3 claramente investe em ações mais voltadas à inovação do que M2, e é penalizada enquanto sua competidora cumpre o programa. Por conta da existência de benefícios extras para redução, é possível que a importação de tecnologia da empresa M2 a coloque em um patamar mais vantajoso até que a empresa M1, caso a redução desenvolvida internacionalmente seja melhor do que a que é fruto de tecnologia local, no médio prazo.

Desta forma, o presente trabalho entrelaça as suposições sobre o objetivo

governamental, o SNI e cadeia automotivos afetados e as estratégias possíveis para cumprimento do programa em três hipóteses principais:

- H1: Os dados quantitativos utilizados pelo programa são falhos no que se refere a apurar o esforço inovativo das empresas participantes;
- H2: Através do estudo do Sistema Nacional de Inovação local, é possível estabelecer métricas que melhor definam o grau de comprometimento das empresas participantes em se tornarem mais inovadoras;
- H3: É possível que tais métricas sejam adaptadas e incorporadas a programas futuros, para uma melhor adesão das empresas participantes aos objetivos primários que justificam a adoção de políticas públicas.

#### **4.2 Detalhamento de Hipóteses: Análise de Diagrama de Blocos**

A hipótese H1 dá base às demais, e conta com ampla defesa na bibliografia sobre um dimensionamento inadequado do programa governamental. O programa não teve aumento expressivo no investimento em inovação das montadoras que o adotaram (Ibusuki et al, 2017), não diferencia esforços em eletrificação veicular ou aproveitamento de biocombustível renovável, produzido com tecnologia nacional e passível de criação de um nicho para veículos híbridos (Marx e Mello, 2014) e foi condenado pela Organização Mundial do Comércio (OMC) por prática de medidas protecionistas consideradas abusivas (Automotive Business, 2016).

Assumindo que o programa foi ineficiente em estabelecer as métricas de avaliação, retratadas na figura 7, a exploração das hipóteses seguintes abre caminho para a criação de métricas mais apropriadas ao espírito de inovação pretendido com a criação do Inovar Auto. Para tal, o presente trabalho parte da modelagem do programa seguindo a análise de Diagrama de Blocos, geralmente empregada em soluções de engenharia para design de controladores.

O diagrama de blocos de um sistema é uma representação gráfica das funções desempenhadas por cada um dos componentes, e do fluxo de sinais e trocas entre eles, em uma visão mais realista das relações e fluxos de sinais do que na representação por matemática abstrata. O bloco funcional representa um sistema, e as funções que definem cada agente são embarcadas no bloco correspondente. A montagem de um sistema complexo pode ser feita com a ligação de blocos que representam seus subsistemas por uma linha de fluxo de sinal, referente à interação entre eles.

O processo de criação e ligação dos blocos é chamado de Modelagem de Blocos (Ogata, 1997). No presente trabalho, objetiva-se utilizar o modelo para desenvolvimento de um controlador de políticas públicas, através de analogia dos sistemas e ações à lógica de diagrama, geralmente utilizada em engenharia para representação e controle de sistemas físicos.

Na modelagem, a Variável Controlada ( $V_c$ ) é definida como a grandeza ou condição que pode ser medida e controlada, sendo geralmente a variável de saída de um sistema. Este controle acontece indiretamente, através de ações do controlador em outros parâmetros. No modelo proposto, a  $V_c$  é representada como os objetivos de desenvolvimento tecnológico e inovação do programa, por serem um resultado esperado que não pode ser manipulado diretamente, sendo fruto de alterações em parâmetros manipuláveis diretamente, como investimentos e atividades fabris.

Através da variação de uma Variável Manipulada ( $V_m$ ), que é controlada diretamente pelo operador de um sistema, a resposta da  $V_c$  varia, de modo que com conhecimento do sistema é possível controlar a saída através da atuação nesta variável. No presente trabalho, a  $V_m$  é considerada como a política pública elaborada pelo MDIC, que pode ser manipulada livremente pelo governo para aproximar a resposta obtida da resposta desejada.

Esta resposta pode ser afetada por distúrbios internos e externos, que são

perturbações que afetam de modo adverso o controle das variáveis de saída do sistema, não sendo possível ação corretiva direta pelo controlador. O bloco modelado entende como distúrbios as ligações internas e externas das empresas vinculadas, como a força de suas relações com agentes do SNI, relação com matriz e fornecedores internacionais, plano global da empresa e particularidades da estrutura interna de cada unidade. Eventos que também se classificam como distúrbios como mudanças políticas e econômicas nacionais e mundiais são consideradas como variações dentro dos blocos do sistema.

O quadro 13 resume os parâmetros descritos, traduzindo-os em elementos do sistema social modelado para o presente trabalho. Os parâmetros têm suas principais características destacadas na segunda coluna, para comparação com os elementos do sistema que são representados por cada um deles na quarta coluna. Na quarta linha, o Erro do sistema é descrito como a diferença entre o resultado obtido e o resultado desejado, conceito análogo ao sistema proposto e os sistemas físicos que geralmente empregam o método de diagrama de blocos.

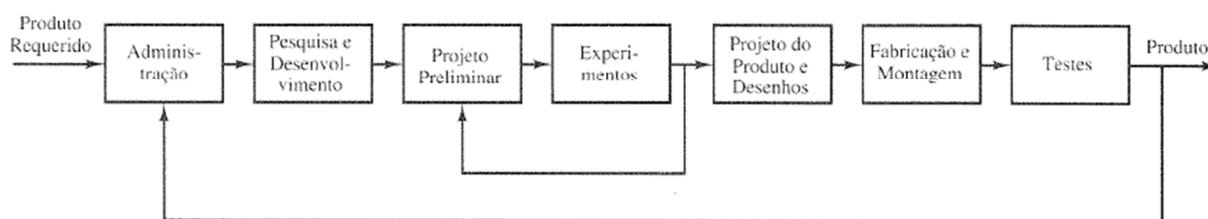
**Quadro 13: Parâmetros de controle traduzidos como elementos do sistema a ser modelado.**

Parâmetros de Controle	Características	Parâmetros análogos na representação	Similaridade
Variável Manipulada	Obtida diretamente, conforme especificação do controlador	Programa Inovar Auto e demais políticas públicas elaboradas pelo MDIC.	Metas e disposições são definidas diretamente pelo governo, servindo como mecanismo de obtenção dos objetivos desejados
Variável (a ser) Controlada	Obtida indiretamente pela alteração de outros parâmetros, pelo controlador	Objetivo de aumento de capacidade inovativa e desenvolvimento através de atividade inventiva nacional.	O objetivo é alcançado através de ações feitas a partir das metas e disposições do programa. Assim como em sistemas físicos, metas manipuláveis tentam aproximar o resultado obtido do desejado.
Distúrbios internos e externos	Alteram negativamente a capacidade de controle do sistema, e são de difícil previsão.	Relação com matrizes, agentes do SNI e outras entidades relevantes que não são sujeitas à política pública ou perturbações internas em cada unidade contemplada pelo programa. Flutuações econômicas e políticas são consideradas dentro de cada bloco que compõe o diagrama.	Não são passíveis de controle pelo governo e não é possível prever suas reações com precisão. Podem alterar o modo como as empresas vinculadas reagem às disposições do programa
Erro	Mede a diferença entre o Resultado obtido e o resultado esperado	Avaliação da efetividade do programa em cumprir os objetivos propostos em seu texto	Mesmo que as metas sejam cumpridas, o Erro é calculado de acordo com o impacto que o cumprimento destas metas tem sobre o objetivo de adensamento tecnológico da cadeia automotiva nacional

**Fonte:** Elaboração própria

O sistema a ser controlado pela variação destes parâmetros é a combinação dos componentes que atuam em conjunto para realização de um certo objetivo, e não se limita a algo físico, podendo ser utilizado para caracterizar processos abstratos e dinâmicos, como um processo organizacional de engenharia representado na figura 9 ou o controle de um sistema nacional de inovação através de políticas industriais (Ogata, 1997).

**Figura 9: Diagrama de blocos utilizado para representar um sistema organizacional de engenharia.**

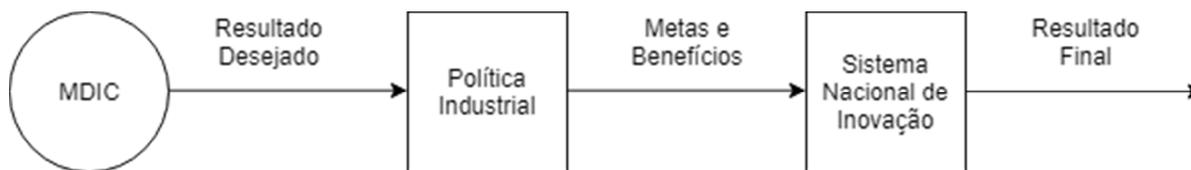


Fonte: Ogata, 1997

A linha que parte do produto e retorna até o bloco de administração indica que o sistema tem retroação, ou malha fechada. A retroação realimenta o sistema com informações sobre a variável de saída, e pode ser utilizada para amenizar ou eliminar distúrbios. Para o sistema de controle político a ser delineado, considera-se que a retroação é a análise das respostas esperadas para o sistema, retornando até a etapa de design para adequar a política a obter uma resposta mais próxima da esperada.

A figura 10 representa uma visão simplista do sistema atual de concepção de políticas públicas como um diagrama de blocos de malha aberta, que não conta com retroalimentação e sensores para otimizar os sinais de suas políticas e aproximar os resultados obtidos dos resultados esperados. Para fins de simplificação, este e os demais diagramas tem o objetivo único de avaliar os possíveis impactos das políticas nas montadoras transnacionais.

**Figura 10: Diagrama de blocos representando políticas industriais como mecanismo de manipulação do Sistema Nacional de Inovação.**



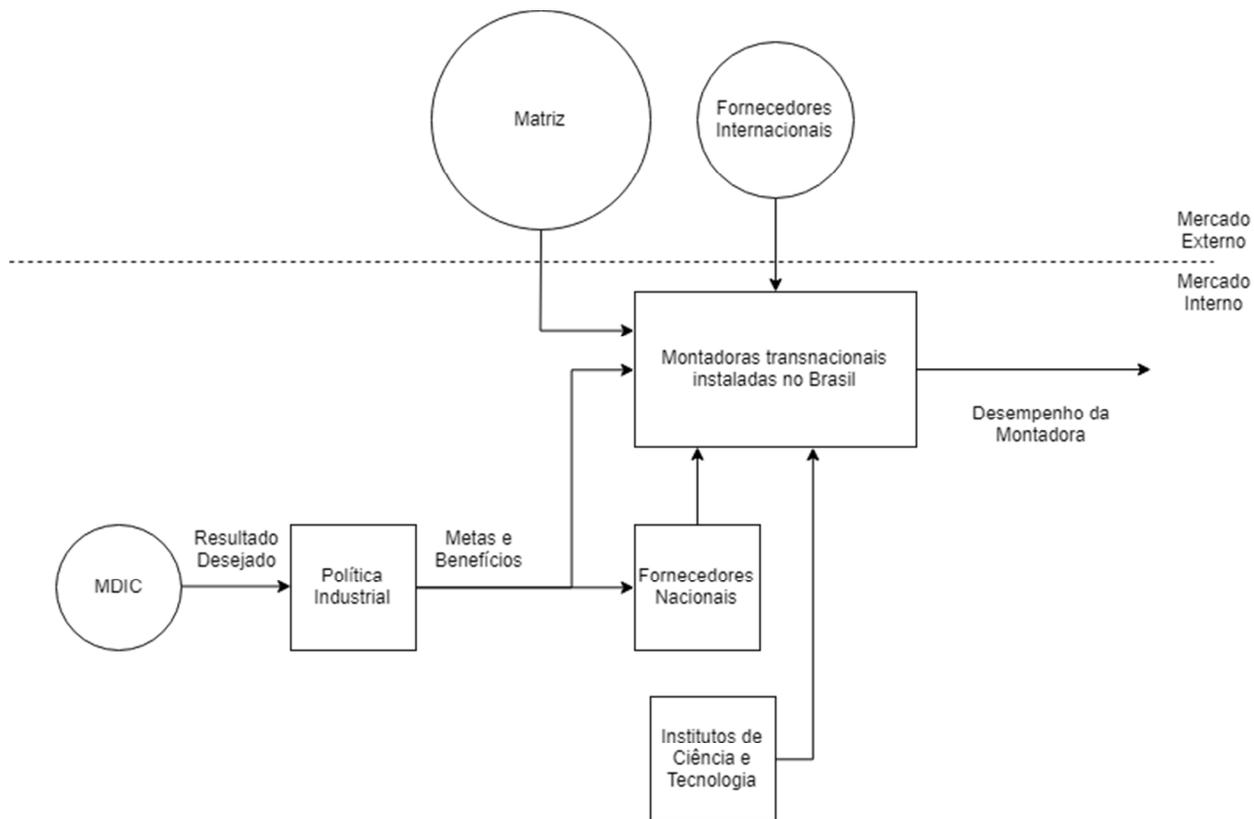
**Fonte:** Elaboração própria.

As relações representadas por cada seta podem ser consideradas como bilaterais em todas as figuras, assim como blocos que não estão ligados no diagrama tem interação entre si. A representação com setas unilaterais visa simplificar a visão da atuação do governo, mostrando somente a ação direta da política pública sobre os elementos que são o foco do presente trabalho. A ação que o sistema tem sobre as montadoras de acordo com as políticas públicas é a única representada, enquanto setas que ligam ação das montadoras e dos demais blocos sobre outros agentes foram omitidas para simplificação.

Na figura 11, o mesmo sistema da figura 10 é representado com foco na atuação que o impulso gerado pelo governo tem em montadoras. Para tal, o bloco do sistema nacional de inovação é desconstruído em blocos menores, que representam os principais agentes como elementos externos ao governo, mas que também são afetados por ele e em contrapartida afetam as montadoras de acordo com as políticas públicas que os contemplam.

Nesta representação, fornecedores internacionais e a matriz da montadora entram como distúrbios externos, que não podem ser controlados pelo governo mas devem ser levados em conta por interferirem no resultado final, que é a alteração de desempenho da montadora. A malha do sistema é aberta, por representar um tipo de controle que não pode ser retroalimentado para se corrigir: após o lançamento da política pública, não é possível alterar seus parâmetros durante sua vigência.

**Figura 11: Diagrama de blocos representando políticas industriais como mecanismo de manipulação dos agentes do sistema nacional de inovação e do desempenho das montadoras brasileiras associadas ao sistema.**



**Fonte:** Elaboração própria

Parâmetros que variem com o tempo, como o fator de multiplicação de dispêndios do Inovar Auto, devem ser regulados e tabelados previamente, sem que suas alterações sejam calculadas durante a vigência do programa. Porém, cabe lembrar que as políticas são representadas como bloco Controlador do sistema, por serem o parâmetro variável que pode ser alterado diretamente pelo governo para manipular os demais.

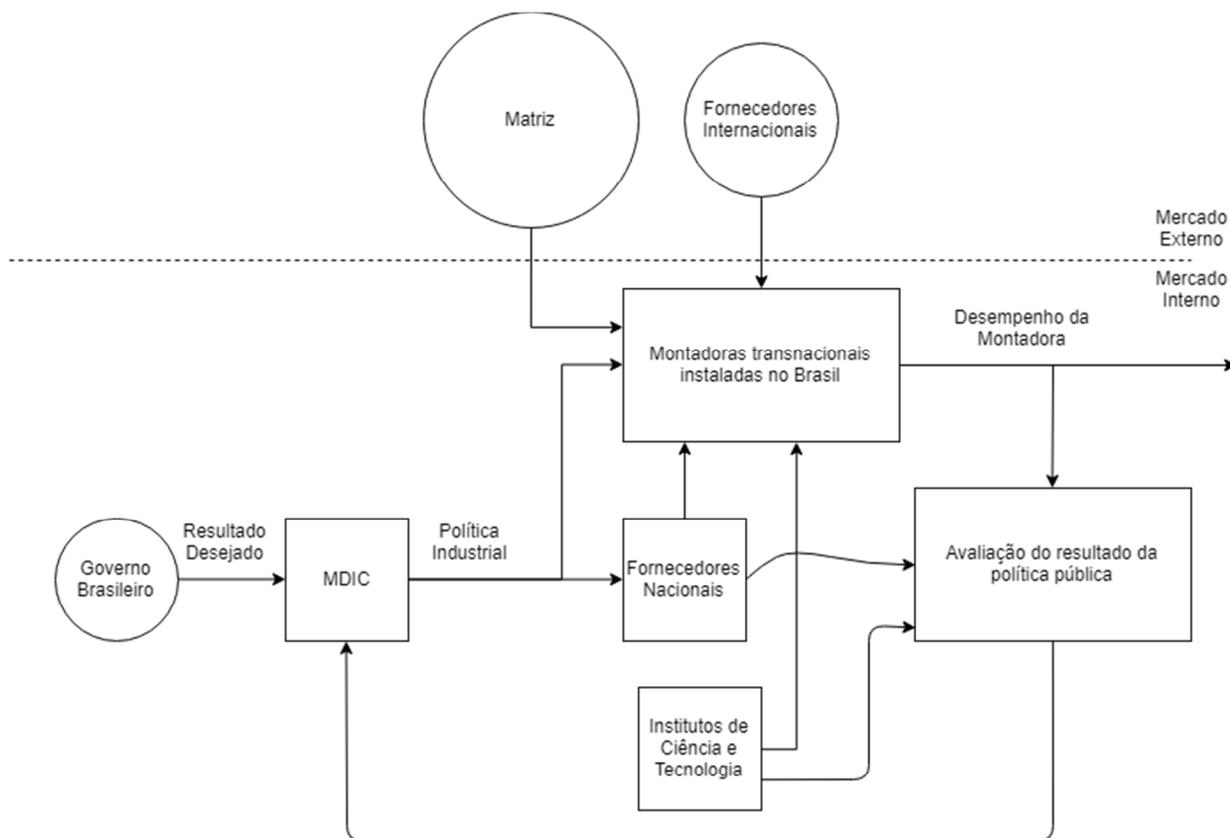
Na teoria de sistemas de controle, um sistema de malha aberta é mais simples de implementar, por ser menos dispendioso e mais estável que um sistema que se corrige regularmente (Ogata, 1997). A estabilidade é importante para uma política pública, para que sua adesão seja expressiva, visto que uma política mutável não pode ser levada em conta no planejamento de médio e longo prazo de uma empresa que a adote.

Retornando à visão de blocos, a malha aberta tem as desvantagens de ser suscetível a distúrbios e mudanças que acumulam erros e podem fazer com que a saída seja muito diferente da desejada, e a qualidade da saída requer manutenção periódica (Ogata, 1997). Como a política industrial deve ser em malha aberta, mecanismos de calibração de novas políticas tornam-se imensamente importantes, para garantir que a experiência acumulada com políticas anteriores ajude que novas políticas apresentem Erro menor e sejam menos suscetíveis aos distúrbios, que não são controlados pelo governo e podem ter variação grande durante a vigência da política.

Esta representação leva em conta um bloco em malha aberta que representa o resultado de uma política em específico. Em uma ampliação de foco, pode-se considerar um sistema de blocos cujo objetivo primário não é mais a geração de resultados adequados, e sim a obtenção de políticas industriais mais eficientes ao longo do tempo, que reflete o objetivo proposto no presente trabalho por incluir a possibilidade de aprendizado por retroalimentação.

Nesta nova configuração, as políticas públicas geradas passam de controlador para sinais no sistema, que podem ser avaliados para realimentação do controlador (Governo) e passam a ter peso no processo, que agora ocorre em malha fechada. Esta retroalimentação é considerada como um sensor, que avalia o sinal após a passagem pelo sistema nacional de inovação e distúrbios internos e externos, e o reenvia para que o governo possa adequar a próxima política, que será o novo sinal a percorrer o sistema, regulado com base nas lições aprendidas de acordo com a resposta de cada elemento do sistema afetado ao pulso anterior.

**Figura 12: Diagrama de blocos para sistema de otimização de políticas industriais.**



**Fonte:** Elaboração própria.

Esta visão é interessante por permitir que um mecanismo de correção seja incluído no sistema sem que as políticas públicas sejam alteradas durante sua vigência, já que agora estas políticas são consideradas como o sinal a ser corrigido. O foco se amplia de um único mecanismo que melhora o desempenho das empresas para um mecanismo nacional que melhora a forma como o governo manipula este desempenho. O diagrama de blocos correspondente à esta nova visão é representado na figura 12.

Um dimensionamento adequado do bloco de avaliação eficiente é essencial para o funcionamento do sistema da figura 12, garantindo que parâmetros relevantes sejam enviados ao governo para análise e formulação das próximas políticas. Diferentes de sistemas físicos, que tendem a ter resposta numérica e são controlados por manipulação matemática, o sistema social lida com parâmetros qualitativos, que escapam à avaliação numérica e devem ser considerados caso a caso.

Os blocos do sistema obtido para controle de políticas são representados no quadro 14. Por partirem da mesma lógica dos parâmetros descritos no quadro 13, estes blocos comunicam-se através dos sinais indicados no quadro posterior.

**Quadro 14: Elementos do diagrama de blocos traduzidos como entidades do sistema a ser modelado.**

Blocos do diagrama de Controle	Características	Blocos análogos na representação	Similaridade
Controlador	Capaz de ler informações do sensor, e a partir delas adequar o sinal enviado para diminuição do Erro.	MDIC.	O MDIC é capaz de alterar as disposições de suas políticas públicas para aproximar o resultado obtido por suas sucessoras dos resultados desejados, com base na auditoria de políticas anteriores.
Sistema a ser controlado	Sistema que recebe ação do controlador e, de acordo com distúrbios internos e externos, dá uma resposta na forma de um sinal de saída.	Cadeia Automotiva Brasileira, representada por montadoras e fornecedores instalados nacionalmente.	A cadeia automotiva brasileira é o sistema a ser alterado pelas políticas públicas, variando de acordo com a interação das metas e disposições de cada programa com as conexões internas e externas de cada unidade que compõe a cadeia.
Sensor	Capaz de medir o sinal de saída, e informar seu valor para o bloco controlador alterar sua ação de controle de modo a minimizar o Erro.	Auditoria das metas e disposições das políticas públicas	A auditoria baseia-se nas metas pré-definidas em cada programa para avaliar o resultado obtido por cada empresa vinculada, e pode ser utilizada pelo Controlador/MDIC para definição de metas mais adequadas para o resultado desejado.

**Fonte:** Elaboração própria

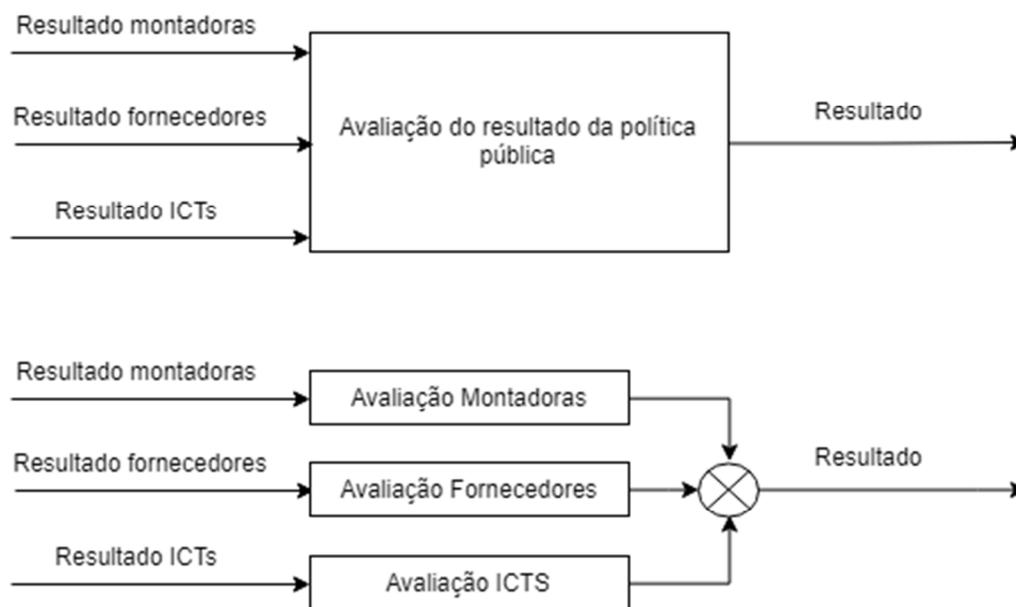
### 4.3 Modelagem de um sistema de avaliação do impacto de políticas industriais sobre um sistema nacional de inovação

Seguindo a lógica de diagramas de blocos, um sistema de avaliação de políticas públicas deve ser capaz de aferir dados quantitativos e qualitativos, vindos de múltiplos agentes afetados, que dão base ao governo na correção das próximas políticas lançadas. No caso específico do sistema nacional automotivo de inovação, é necessário coletar dados de montadoras, fornecedores e instituições de pesquisa, assim como a forma como estes agentes interagem entre si e com elementos externos ao sistema brasileiro, como matrizes das montadoras e fornecedores multinacionais.

A figura 13 representa uma divisão do bloco de análise representado no diagrama anterior, que visa melhor representar o processo de coleta de dados. Os blocos

individuais de análise compartilham características comuns, mas devem ler parâmetros de acordo com as especificidades de cada instituição pesquisada. Por exemplo, todos os agentes devem ser avaliados quanto à sua adesão aos demais membros do sistema nacional, mas dados de atividades fabris são mais críticos em montadoras e fornecedores, enquanto pesquisa básica e aplicada podem ser mais relevantes na análise de universidades.

**Figura 13: Explosão do bloco de avaliação do diagrama anterior em blocos dedicados.**



**Fonte:** Elaboração própria.

A divisão em blocos aponta que a análise deve levar em conta o tipo de instituição pesquisada, assim como seu histórico e mudanças conforme o programa. A lógica de divisão de blocos centrais em um subsistema de blocos específicos pode ser aplicada em todo diagrama, por exemplo, dividindo os blocos de montadoras em cada empresa e permitindo que condições diferentes de análise recaiam sobre cada elemento. Em um cenário utópico, seria possível que os blocos de empresas fossem divididos em setores, para valoração do impacto de uma ação nacional em sistemas locais.

O custo e tempo de um mecanismo de alta complexidade são proibitivos para uma análise social, visto que o fluxo de dados qualitativos demanda ação humana para

aferir o impacto de forma subjetiva. Mesmo colhendo valor e deméritos além do possível para uma análise que utiliza dados puramente quantitativos, uma análise completa requer esforço e tempo muito grandes. Um compromisso entre tempo, custo e qualidade é o delineamento de parâmetros universais, que recebem peso diferente de acordo com a instituição avaliada, mas mantêm a análise padronizada nos diferentes blocos.

A definição de parâmetros chave é interessante não somente do ponto de vista da análise posterior, mas da possibilidade de incluir metas e benefícios em políticas posteriores que sejam atreladas a estes parâmetros através da capacidade de medir seus valores. De acordo com o Manual de Oslo (OCDE, 2005), o método mais indicado para medir investimentos em inovação é a coleta sujeito, que contempla todos os gastos e investimentos realizados, independente do sucesso dos projetos associados a eles, destacando o comportamento inovador da empresa. Em esforços inovativos, esta coleta representa a movimentação da empresa para tornar-se mais inovadora, dissociada de resultados que podem ser abaixo do esperado ou em longo prazo, devido ao risco inerente de processos de inovação (Tidd, 2005).

Tal coleta caracteriza-se principalmente por examinar resultados e efeitos da inovação, adotando uma métrica representativa para todas as indústrias do setor, que permite comparação entre os agentes avaliados. Mesmo havendo recursos únicos em cada ambiente de trabalho, é importante que o sistema se atenha a termos genéricos, capazes de traduzir processos comuns aos agentes pesquisados.

#### **4.4 Exemplo de modelagem do sistema de avaliação de montadoras**

Para uma primeira análise do funcionamento do sistema de resposta, o bloco de análise de montadoras foi utilizado como base, por representar o objetivo base do presente trabalho, que é avaliar o impacto de políticas industriais em transnacionais grandes e formas de adequar estas políticas para estas montadoras.

O método de coleta utilizado foi um questionário de questões fechadas, pautadas em atividades de inovação estabelecidos no Manual de Oslo, que objetiva avaliar qualitativamente um direcionamento dos esforços. As oito atividades descritas foram convertidas em parâmetros de análise, por descreverem atividades inovativas sem vínculo direto com os dados quantitativos utilizados pelo Inovar Auto.

O questionário foi elaborado com base em atividades e práticas conhecidas pelo setor de Inovação de uma montadora instalada nacionalmente, que já é estabelecida no mercado e tem atividades em parceria com matriz internacional e fornecedores. Instalada no Brasil na década de 1970, é uma das empresas consideradas como *First Comer*, por ser uma montadora já estabelecida no Brasil antes da abertura de mercado na década de 1990 (Ibusuki, 2017). Por já ser estabelecida, cumpre com os requerimentos mínimos de investimento, tendo que arcar somente com os requisitos de consumo do programa Inovar Auto.

Funcionários de setores responsáveis pela gerência de processos de inovação, como o próprio setor de inovação e o de políticas públicas, responderam com base em sua percepção sobre mudanças nos parâmetros de inovação destacados durante o cumprimento do programa. Ao todo, 18 respostas foram colhidas entre os meses de Abril e Maio de 2018, através da disponibilização do questionário entre setores próximos. Os dados foram interpretados com ajuda de funcionários do setor de inovação e com base em suas ações na empresa. A baixa adesão não é crítica para o presente trabalho, que objetiva testar o método de diagrama de blocos com uma amostra de dados reais.

Por não refletirem o formato de uma coleta mais criteriosa que possa ser adotada pelo governo, onde as respostas devem ser amparadas por dados quantitativos e formalizadas para envio à muitas montadoras, métodos de coleta mais diretos como entrevista foram descartados. Mesmo representando a percepção geral de funcionários ligados às atividades de inovação, os dados aqui reproduzidos cumprem papel de

amostra, não prestando-se a refletir a realidade da empresa por não terem sido obtidos com o rigor necessário à uma pesquisa com este viés.

O Manual de Oslo (OCDE, 2005), utilizado como base do questionário, estabelece oito grupos principais de atividades que indicam um esforço inovativo por parte da empresa. São métricas pertinentes para o diagrama de blocos, por serem focadas em parâmetros de entrada no processo de inovação, indicando o grau de comprometimento da empresa em renovar suas práticas e portfólio sem necessariamente ligá-las a um resultado direto.

Esta desconexão entre esforços e resultados de curto e médio prazo é relevante, por ser esperado que mudanças inovativas não tenham a obrigatoriedade de gerar efeitos imediatos. O processo de inovação passa por falhas e escolhas que podem ser consideradas erradas quando analisadas em retrospecto, e tende a apresentar resultados em longo prazo, por requerer tempo para construção do conhecimento através do aprendizado interno nas empresas e interação com outros atores do sistema em que a empresa está inserida (Paranhos e Hasenclever, 2017).

As oito atividades inovativas classificadas no Manual de Oslo encontram-se dispostas no quadro 15, elaborado pelo grupo de economia da inovação do instituto de economia da UFRJ. O quadro indica o escopo tais atividades junto com um breve descritivo que exemplifica ações tomadas por empresas passíveis de classificação dentro destas oito definições (Paranhos e Hasenclever, 2017).

**Quadro 15: Atividades Inovativas definidas pelo Manual de Oslo.**

Atividade Inovativa	Definição
Atividades Internas de P&D	Trabalho criativo, empreendido de maneira sistemática, com o propósito de aumentar o acervo de conhecimento da empresa, e o uso desses conhecimentos para desenvolver novas aplicações, tais como produtos ou processos novos ou substancialmente aprimorados.
Atividades externas de P&D	Atividades de P&D realizadas por outra organização ou instituições tecnológicas, e adquiridas pela empresa.
Aquisição de outros conhecimentos externos	Acordos de transferência de tecnologia originados da compra de licença de direitos de exploração de patentes e uso de marcas, aquisição de outros tipos de conhecimentos técnico-científicos de terceiros, para que a empresa desenvolva ou implemente inovações.
Aquisição de Software	Aquisição de desenho, engenharia, processamento e transmissão de dados, voz, gráficos, vídeos, automatização de processos e outros, especificamente comprados para implementação de produtos ou processos novos ou aperfeiçoados. Não incluídos os registrados na P&D.
Aquisição de máquinas e equipamentos	Aquisição de máquinas, equipamentos, especificamente comprados para a implementação de produtos ou processos novos ou aperfeiçoados.
Treinamento	Treinamento orientado ao desenvolvimento de produtos/processos novos ou significativamente aperfeiçoados e relacionados às atividades inovativas da empresa, podendo incluir aquisição de serviços técnicos especializados.
Introdução de Inovações Tecnológicas no mercado	Atividades internas ou externas de comercialização, ligadas ao lançamento de produto novo ou aperfeiçoado, podendo incluir: pesquisa de mercado, teste de mercado e publicidade para o lançamento
Outras preparações para produção e distribuição	Procedimentos e preparações técnicas para implementar inovações de produto ou processo. Inclui mudanças nos procedimentos de controle de qualidade, métodos e padrões de trabalho e software, atividades de tecnologia industrial básica e os ensaios e testes, não são incluídos em P&D, para registro final do produto e para o início efetivo da produção.

**Fonte:** Adaptado de Paranhos e Hasenclever, 2017

Estas atividades foram traduzidas em questões sobre o funcionamento da empresa durante o programa, para colher a percepção geral dos funcionários sobre a inovação em seu local de trabalho. Por se tratar de um teste de percepção antes e após o programa, cada pergunta foi respondida tendo como base o ambiente de trabalho antes e depois da adesão ao Inovar Auto, visando frisar as diferenças obtidas com a implementação do programa, para obtenção de um panorama que abrange os dois períodos de tempo.

As opções de resposta são comparativas, indicando se a política retratada em cada tópico é válida ou não no período presente e comparando-a com a situação vigente no

período anterior à implementação do programa. O quadro 16 indica a lógica de pontuação adotada para as opções possíveis, com valores variando de 0 a 1, utilizados para a conversão das respostas em dados para alimentar o gráfico.

**Quadro 16: Bloco de respostas do questionário e peso atribuído antes e após implementação do Inovar Auto.**

Bloco de Respostas	Pontuação	
	Inicial	Atual
Esta política nunca existiu na empresa	0	0
Esta política existe e foi inalterada com a adesão ao Inovar Auto	1	1
Esta política existia anteriormente e foi removida com a adesão ao Inovar Auto	1	0
Esta política já existia e foi reforçada com a adesão ao Inovar Auto	0,5	1
Esta política já existia e foi reduzida com a adesão ao Inovar Auto	1	0,5
Esta política não existia e foi implementada com a adesão ao Inovar Auto	0	1
Meu contato com as áreas afetadas é insuficiente para responder	-	-

**Fonte:** Elaboração própria

O valor 0 indica uma política que inexistiu em um dos períodos, o valor 1 indica políticas já implementadas ou consolidadas na empresa sem melhora visível durante o período de avaliação, e o valor 0,5 indica políticas em que a empresa tem potencial para investir mais. Políticas que partem de 0,5 para 1 indicam melhora do critério após a adoção do programa, enquanto políticas que partem de 1 para 0,5 indicam que a importância da atividade foi reduzida no período, sem que haja completo abandono.

Assim como as perguntas e o radar de leitura, os critérios de pontuação qualitativa foram desenvolvidos pelo autor da pesquisa para avaliação das respostas, sendo utilizados para pontuar a resposta de cada questão de acordo com as atividades inovativas abordada. Vale salientar que tal critério objetiva delinear ganhos de forma qualitativa, avaliando entre dois períodos distintos dentro de um local definido.

Por exemplo, a pontuação 1 não indica a ausência de espaço para melhora no ponto levantado, prestando-se a indicar o ápice da própria empresa no período estudado e a presença de esforços inovativos naquele ponto. Os valores apresentados no gráfico não são quantitativos, e limitam-se a indicar quais direções foram tomadas de acordo com a percepção dos funcionários responsáveis pela mudança proposta pelo

programa.

Com o estabelecimento de um critério de pontuação, a elaboração de questões relacionadas às oito atividades inovativas de interesse permitiu que as respostas fossem convertidas em pontuação dentro de um radar de esforços de inovação. Para maior abrangência, a metodologia utilizada foi de elaborar um questionário fechado, baseado em entrevista com membros do setor de inovação para levantamento dos tipos de atividades relevantes interna e externamente, e tradução destas atividades para os critérios estabelecidos no Manual de Oslo (OCDE, 2005).

O questionário consiste em 12 questões que refletem as práticas inovadoras escolhidas, visando pontuar como cada atividade foi reforçada, diminuída, criada ou extinguida no período. A pontuação gerada para cada item é uma média dos pontos gerados por cada resposta. As questões utilizadas no questionário da montadora pesquisada e a lógica de pontuação podem ser encontradas no Apêndice A.

Uma planilha foi utilizada para contabilizar os valores obtidos pelo somatório das pontuações, indicando um valor médio para cada item que diferencia os períodos antes e depois da implementação do programa de inovação. O objetivo do radar é apontar visualmente as discrepâncias entre o período que antecede o programa e o período de adaptação da empresa para cumprimento das exigências de inovação.

#### **4.5 Modelagem do bloco de retroalimentação e análise de resultados**

Para obtenção dos dados necessários à modelagem do bloco de resposta, os funcionários entrevistados responderam o questionário disponibilizado, gerando parâmetros que formam o radar. O mesmo método pode ser utilizado por institutos de pesquisa vinculados ao governo para modelagem dos demais blocos, contando com suporte empírico para minimizar as chances de fraude.

Em um estudo global de diversas montadoras e demais agentes do sistema nacional de inovação, é interessante que métodos comuns sejam identificados e traduzidos em questões que abranjam práticas comuns no sistema nacional de inovação, com pesos e descrições relevantes e passíveis de interpretação.

O gráfico gerado tem base em uma montadora de práticas conhecidas, e foi gerado por um questionário dimensionado com base em atividades conhecidamente praticadas durante a vigência do programa. Este grau de familiaridade permite uma interpretação qualitativa sobre suas respostas, indicando quais métodos foram utilizados para obter melhorias. Assim como no controle de fenômenos físicos de diagrama de blocos, a modelagem de parâmetros envolve profundo conhecimento dos componentes do sistema a ser controlado. O procedimento abaixo envolve a modelagem de um bloco sobre um sistema conhecido de uma montadora, e tem aplicação metodológica análoga para os demais componentes do sistema.

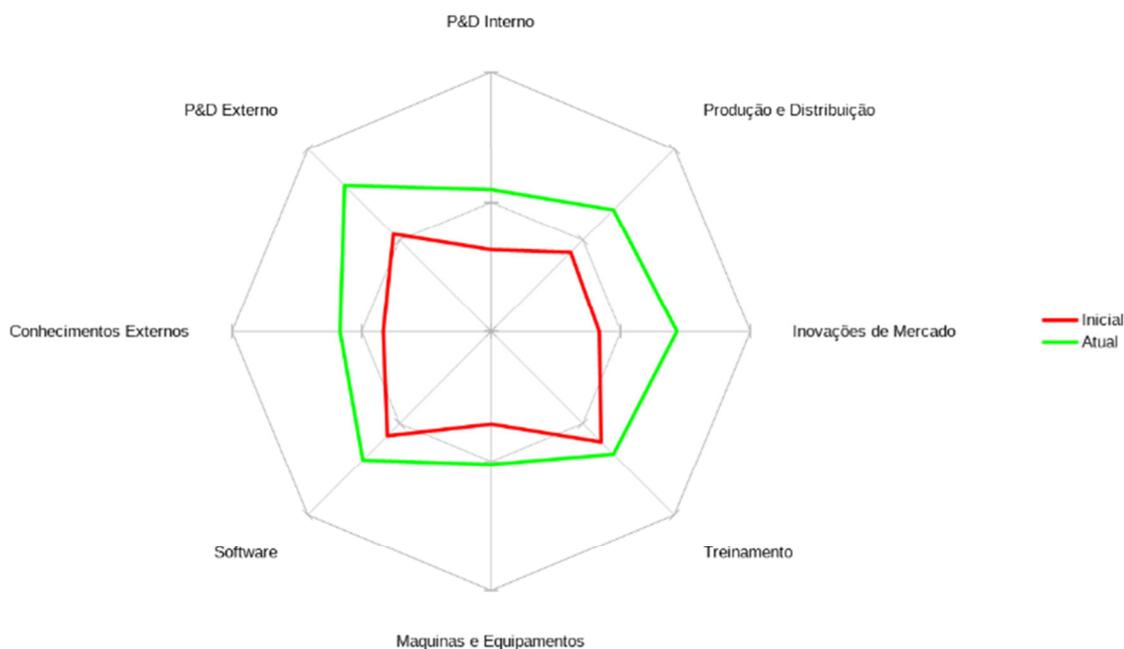
O radar gerado pelas respostas dos funcionários da montadora avaliada é apresentado na figura 14. Em uma análise breve, é possível ver que, segundo percepção do pessoal envolvido com processos de gerência na empresa, o programa trouxe mudanças benéficas no ambiente de trabalho, gerando melhora relativa nos oito critérios apontados pelo Manual de Oslo. A melhora é medida pela diferença do valor de esforço inicial e final, obtida pelo ganho percentual durante o período avaliado. A linha vermelha do gráfico descreve os parâmetros iniciais, e a linha verde descreve os parâmetros atuais, tornando possível visualizar as áreas com maior impacto percebido. Por ser mais externa que a linha de parâmetros iniciais, pode-se entender que houve melhora percebida.

As melhorias mais expressivas segundo percepção dos entrevistados foram nos campos de P&D Interno, Inovações de Mercado e Produção e Distribuição, seguidas por P&D Externo e Maquinário. As três melhorias menos expressivas são nas atividades de Treinamento, Software e Conhecimentos Externos. Os ganhos percentuais calculados para cada atividade encontram-se abaixo do gráfico,

organizados em ordem decrescente.

**Figura 14: Radar comparativo de esforços de inovação, gerado através das respostas de funcionários dos setores de Inovação e Políticas Públicas de uma montadora.**

Fatores	P&D Interno	P&D Externo	Conhecimentos Externos	Software	Maquinas e Equipamentos	Treinamento	Inovações de Mercado	Produção e Distribuição
Inicial	0,32	0,53	0,42	0,57	0,36	0,60	0,42	0,43
Atual	0,55	0,80	0,58	0,70	0,51	0,67	0,72	0,67



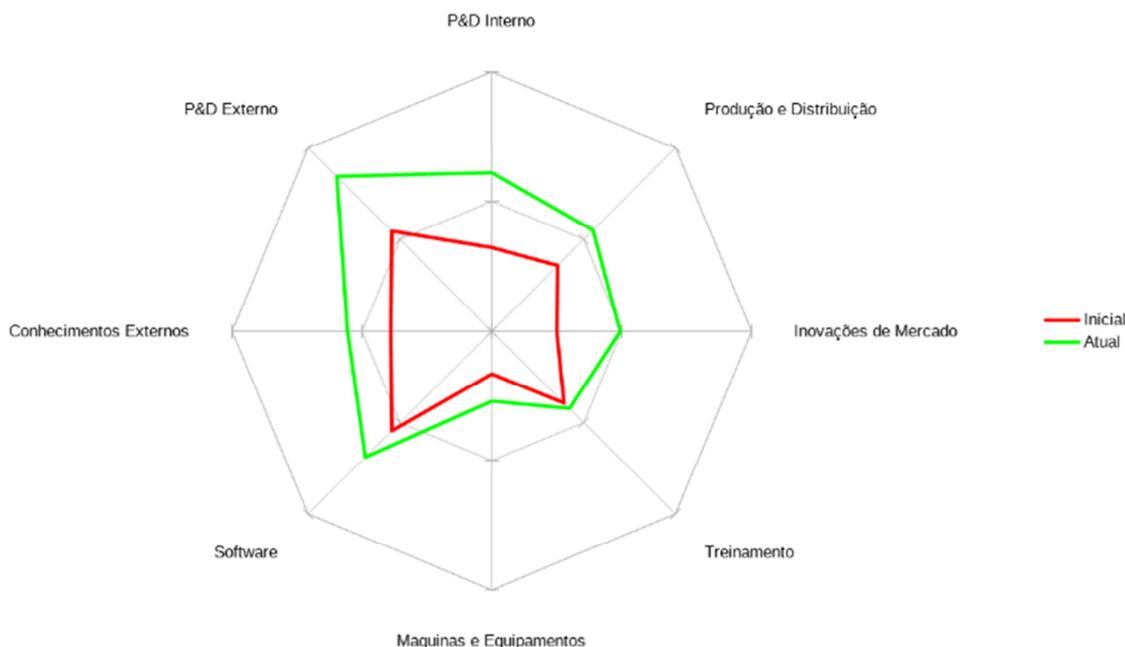
P&D Interno	Inovações de Mercado	Produção e Distribuição	P&D Externo	Maquinas e Equipamentos	Conhecimentos Externos	Software	Treinamento
74%	72%	54%	50%	44%	40%	24%	11%

**Fonte:** Elaboração própria.

No primeiro gráfico gerado, as questões tiveram peso igual para a pontuação de cada critério. Visando medir as variações de resultado com métricas alternativas, um gráfico de peso diferenciado foi gerado. Nesta avaliação, representada na figura 15, o peso das questões que endereçam múltiplos critérios foi diminuído, amplificando a relevância de questões que endereçam somente uma das atividades medidas. O gráfico alternativo muda a colocação das duas primeiras atividades, que passam a ter maior incremento percebido. Máquinas e equipamentos têm mais peso nesta análise, enquanto produção e distribuição perde impacto. As atividades consideradas com menor adesão permanecem nas mesmas posições nos dois gráficos.

**Figura 15: Radar comparativo de esforços de inovação, gerado através das respostas de funcionários dos setores de Inovação e Políticas Públicas de uma montadora, com atribuição de peso alternativo às respostas.**

Fatores	P&D Interno	P&D Externo	Conhecimentos Externos	Software	Maquinas e Equipamentos	Treinamento	Inovações de Mercado	Produção e Distribuição
Inicial	0,32	0,54	0,39	0,54	0,16	0,39	0,25	0,36
Atual	0,61	0,84	0,56	0,69	0,27	0,42	0,49	0,55



Inovações de Mercado	P&D Interno	Maquinas e Equipamentos	P&D Externo	Produção e Distribuição	Conhecimentos Externos	Software	Treinamento
98%	90%	64%	55%	53%	43%	27%	8%

**Fonte:** Elaborado pelo autor

Devido à discrepância entre gráficos de pesos diferentes, é necessário entender a contribuição de cada atividade listada na pontuação dos critérios a ela associados. O quadro 17 apresenta as oito atividades inovativas medidas, seguidas das práticas da empresa utilizadas para aferir seu peso e da contribuição de cada prática para pontuação final do critério. O aumento percentual, medido pela relação entre a pontuação final e inicial de cada critério, refere-se à melhoria específica de cada prática durante a duração do programa, não refletindo seu peso geral em relação aos demais que compõem uma atividade. Um critério que seja central na empresa e que tenha pouca melhora pode ser classificado abaixo de critérios que estão sendo adotados recentemente, por ter menor ganho incremental.

**Quadro 17: Relação entre atividades inovativas pesquisadas e peso das atividades da empresa que as representam em sua pontuação.**

Atividade Inovativa	Atividades relacionadas na montadora	Melhora Percentual
Atividades Internas de P&D	Reuniões em horário de trabalho para discussão de ideias e troca de experiências sobre projetos e metodologias	118%
	Políticas de disseminação do conhecimento tácito de funcionários para outras áreas, na forma de relatos e treinamento	30%
Atividades externas de P&D	Melhoramento e desenvolvimento de produtos através de interação com fornecedores e parceiros	67%
	Adaptação de tecnologias desenvolvidas por fornecedores, concorrentes ou matriz	38%
Aquisição de outros conhecimentos externos	Política de aquisição de patentes, marcas e modelos para implementação ou melhoramento	50%
	Adaptação de tecnologias desenvolvidas por fornecedores, concorrentes ou matriz	38%
Aquisição de Software	Aquisição e renovação de software; possibilidade de requisição de licença de softwares	29%
	Treinamento de funcionários em softwares e processos adquiridos externamente	14%
Aquisição de máquinas e equipamentos	Possibilidade de aquisição de equipamentos para pesquisa	150%
	Processo diferenciado para aquisição de insumos para pesquisa	45%
	Treinamento de funcionários em softwares e processos adquiridos externamente	14%
Treinamento	Oferecimento de treinamento em software e processos úteis para desempenho de função	4%
	Treinamento de funcionários em softwares e processos adquiridos externamente	14%
	Políticas de disseminação do conhecimento tácito de funcionários para outras áreas, na forma de relatos e treinamento	30%
Introdução de Inovações Tecnológicas no mercado	Geração de tecnologias consideradas inovadoras para o mercado automotivo brasileiro	127%
	Adaptação de tecnologias desenvolvidas por fornecedores, concorrentes ou matriz	38%
Outras preparações para produção e distribuição	Possibilidade de criação de equipes temporárias para lidar com casos específicos que envolvem <i>expertise</i> de mais de uma plataforma	56%
	Processo diferenciado para aquisição de insumos para pesquisa	45%

**Fonte:** Elaboração própria.

Tomando o gráfico de pesos iguais como base, as atividades de P&D Interno foram classificadas como maior aumento percentual segundo os funcionários. De acordo com entrevista ao setor de inovação, estas atividades tomam a forma de reuniões e workshops internos entre funcionários da empresa, destinadas à interação entre engenheiros de diferentes áreas para *brainstorm* e desenvolvimento de soluções tecnológicas relativas à eficiência energética. O resultado das respostas indica que mais reuniões deste tipo foram feitas, aumentando a interação de setores diferentes e fortalecendo os elos do sistema interno de inovação, devido às conexões criadas entre áreas diferentes.

O segundo critério de cálculo, que é a passagem de conhecimento unilateralmente através de treinamentos e compartilhamento de vivências, teve menor adesão. O resultado indica que a estratégia primária da empresa permeia o aproveitamento do conhecimento acumulado de seus funcionários, incentivando interação entre os mesmos para a criação de soluções que atendam ao programa.

Inovações de mercado foram consideradas como a atividade com segundo maior crescimento, chegando a ocupar o primeiro lugar sob a análise com peso diferenciado de critérios. De acordo com o contexto empresarial, estas atividades foram representadas pela geração de tecnologias inovadoras para o mercado brasileiro e tropicalização de tecnologias estrangeiras. O peso do crescimento de atividades internas é expressivamente superior ao de importação de tecnologia, corroborando a hipótese de que a estratégia primária da montadora foi pautada no aproveitamento do conhecimento de seus funcionários.

A colocação geral desta atividade inovativa é condizente com o contexto empresarial, devido à introdução de tecnologias de redução de consumo ser a forma principal de atender as metas de eficiência previstas pelo programa, que são o ponto mais crítico para montadoras transnacionais.

O aumento de preparações para produção e distribuição foi classificado como terceiro pela percepção geral dos funcionários, representado por atividades organizacionais, que preveem maior elasticidade na formatação das equipes de tecnologia, devido à grande interação de setores diferentes, e a possibilidade de adquirir insumos para pesquisa de forma diferenciada do processo de compra de insumos para produção. A aquisição de insumos de pesquisa dentro de uma lógica própria é importante, por diferenciar-se da lógica de compra por escala, onde o preço é um elemento crítico por ser aplicado à grandes volumes. A aquisição de insumos para pesquisa que não tenham escala e atendam adequadamente aos testes propostos é estratégica, e se beneficia de um processo menos burocrático e mais flexível na definição de fornecedores.

Dentro deste critério, a criação de equipes temporárias se destaca, presumidamente para lidar com as flutuações geradas pela interação de áreas que tinham nível menor de comunicação. Mesmo apresentando aumento, a criação de métodos facilitados para aquisição de insumos de pesquisa tem crescimento tímido quando comparada à aquisição pelas vias normais da empresa, indicando a atenção dedicada a uma infraestrutura necessária para inovação está abaixo da expectativa dos profissionais. Quando levado em conta proporcionalmente, este parâmetro contribui negativamente para as atividades de preparações de inovação e aquisição de maquinário.

Classificada na linha intermediária do aumento de atividades, pesquisa e desenvolvimento externo foram representadas pela interação com fornecedores e adaptação de tecnologias desenvolvidas por matriz ou terceiro. O melhoramento vinculado ao co-design com parceiros foi mais afetado do que o recebimento e adaptação de tecnologias da matriz. Dentro do contexto criado pelos demais parâmetros, este melhoramento pode ser vinculado a tecnologias idealizadas com o aumento de interação dos funcionários de setores diferentes, que dependem de fornecedores e sistemistas para testes e desenvolvimento locais.

Vale lembrar que o método busca medir melhoria proporcional na intensidade das atividades inovativas, atribuindo pontuação de acordo com a diferença observada ao fim do programa. A relação de vínculo e dependência das montadoras com matriz, fornecedores e sistemistas é notória, e estabelecida fortemente antes da política industrial. É plausível considerar que, mesmo com aumento menor do que as atividades internas, a aquisição de P&D externo tenha peso superior às demais, apresentando um percentual menor por ter menos espaço de crescimento que outras atividades menos exploradas anteriormente.

A aquisição de máquinas e equipamentos é apontada como outra das atividades com aumento mediano entre as pesquisadas. Seu maior peso vem da possibilidade de aquisição de material para pesquisa, mas a baixa pontuação dos critérios de

treinamento e processos de aquisição diferenciados indicam que a obtenção de insumos não sofreu grande adaptação para pesquisa, vindo através dos mecanismos normais de compra da empresa. A diferença é suficiente para colocar a atividade em terceiro no radar de peso diferenciado, onde a simples aquisição passa a contar mais do que mecanismos próprios para diferenciar o que é adquirido.

Este ponto é crítico devido ao processo de aquisição de insumos de montadoras lidar com grandes quantidades de volume, que necessitam de processos burocráticos para garantir estoque e redução de custos (Vanalle e Salles, 2011). Tais processos envolvem negociação centradas em preço com fornecedores, que podem travar ou atrasar a aquisição de insumos de novos parceiros devido à necessidade de registro e valoração. A variável de preço é crítica para compras em grandes volumes, mas irrisória para o volume necessário em pesquisa, que poderia se beneficiar da versatilidade e velocidade de mecanismos menos burocráticos de aquisição.

Apresentada como terceira atividade de menor impacto, a aquisição de novos conhecimentos foi mensurada pela absorção de tecnologias vindas de outras instituições para aperfeiçoamento e melhoramento, assim como pelo conhecimento adquirido na adaptação de tecnologias recebidas de matriz e fornecedores. Atividades ligadas à matriz e fornecedores tiveram aumento tímido por já serem proeminentes antes da filiação ao programa. É provável que estas atividades ainda sejam dominantes, mas medidas com ganho menor que atividades com outros agentes por terem um deslocamento incremental inferior.

Mesmo havendo interação da montadora com universidades e centros de pesquisa, a percepção geral indica que as conexões incentivadas pelo programa não geraram mudanças estruturais que garantam sua continuidade, tornando-se casos pontuais que não facilitam contatos e parcerias futuras. A falta de estruturação em políticas de aquisição indica relações de curto e médio prazos com instituições que não sejam sistemistas já inseridos na rede de comunicações da empresa, em movimento contrário à expansão de conexões esperada para o fortalecimento de um sistema nacional de

inovação.

Em penúltimo e último lugar, a aquisição e renovação de software e o treinamento tiveram aumento tímido, indicando que as estratégias de melhoria de produto pela empresa baseiam-se em conhecimentos já possuídos por seus funcionários. Mesmo com respostas que indicam facilitação da aquisição de software, a mesma não é apoiada por treinamento no uso das ferramentas, indicando que metodologias fora do padrão da empresa não foram exploradas. As atividades de treinamento concentram-se na disseminação de conhecimento entre funcionários, que ocorre prioritariamente com a maior interação entre eles, sem que uma estrutura formal de passagem de conhecimento tenha sido implantada.

Ligados aos demais pontos, este parâmetro fortalecem a hipótese de uma estratégia voltada para aproveitamento de conhecimentos existentes, pautada na interação de profissionais qualificados em suas áreas sem que uma estrutura formal de recebimento de conhecimento externo tenha sido estabelecida. O quadro 18 resume as ações relevantes para cada atividade, de acordo com as pontuações obtidas no radar de esforços.

**Quadro 18: Descrição qualitativa da estratégia da empresa para cada atividade inovativa pesquisada.**

Atividade Inovativa	Atividades relacionadas na montadora
Atividades Internas de P&D	Aumento da interação entre funcionários de setores distintos para troca de ideias e experiências, sem que uma política de disseminação formalizada do conhecimento dos mesmos tenha sido implantada.
Atividades externas de P&D	A recepção de tecnologias de fornecedores e matriz teve aumento para cumprir as metas do programa, mas foi menos expressiva que a maior interação dos funcionários com fornecedores para desenvolvimento conjunto de soluções.
Aquisição de outros conhecimentos externos	Esforços na aquisição de tecnologias desenvolvidas por membros alternativos aos usuais da cadeia de produção tiveram aumento superior aos já consolidados. Baixa colocação geral sugere contatos de curto e médio prazo.
Aquisição de Software	A atividade computacional dos setores pesquisados teve pouca alteração, indicando metodologias já consolidadas na empresa, que não exigem especialização adicional dos funcionários.
Aquisição de máquinas e equipamentos	Maior facilidade de compra e aquisição de insumos e equipamentos devido ao benefício fiscal. A baixa aderência de políticas específicas para teste e pesquisa indica aumento vinculado à vigência do programa.
Treinamento	Transferência de conhecimento baseada primordialmente em maior contato entre funcionários de áreas distintas. Não há indícios de políticas de treinamento formal.
Introdução de Inovações Tecnológicas no mercado	Geração de tecnologias vinculada à maior interação entre funcionários, permitindo maior espaço para desenvolvimento local de soluções, mas com baixa interação com outros membros do sistema nacional de inovação.
Outras preparações para produção e distribuição	Maior liberdade para formação de equipes para lidar com especificidades do programa indica estrutura voltada a cumprimento das metas. Dados suportam a hipótese de maior interação entre funcionários de setores diferentes.

Fonte: Elaboração própria.

#### 4.6 Correção de ações do controlador com base na retroalimentação

O quadro 18 resume a leitura obtida pelo bloco de resposta aplicado a uma montadora conhecida, sendo modelado de acordo com as respostas feitas a um questionário desenhado de acordo com atividades da mesma, em um processo análogo à modelagem da resposta de outras montadoras, fornecedores, institutos de ciência e tecnologia e demais agentes relevantes do sistema de inovação. Assim como na modelagem de sistemas físicos, é essencial que o sistema a ser controlado seja conhecido, para que as ações de correção tenham maior efetividade ao endereçar pontos importantes no sistema.

No exemplo anterior, a modelagem de uma montadora conhecida foi escolhida por facilitar a montagem do questionário e análise posterior dos dados. Blocos que envolvam outros agentes devem ser cuidadosamente modelados, para refletir em

linhas gerais ações comuns aos elementos do sistema que compreendem. As ações do controlador devem ser projetadas com base na resposta de todos os agentes afetados, para se aproximarem da melhor resposta para o sistema como um todo. Como o presente trabalho apresenta maior nível de detalhamento em um dos blocos de resposta, a modelagem do controlador seguirá moldes para controlar as respostas obtidas, por um processo que pode ser replicado para controladores que sejam alimentados por respostas de mais de um agente.

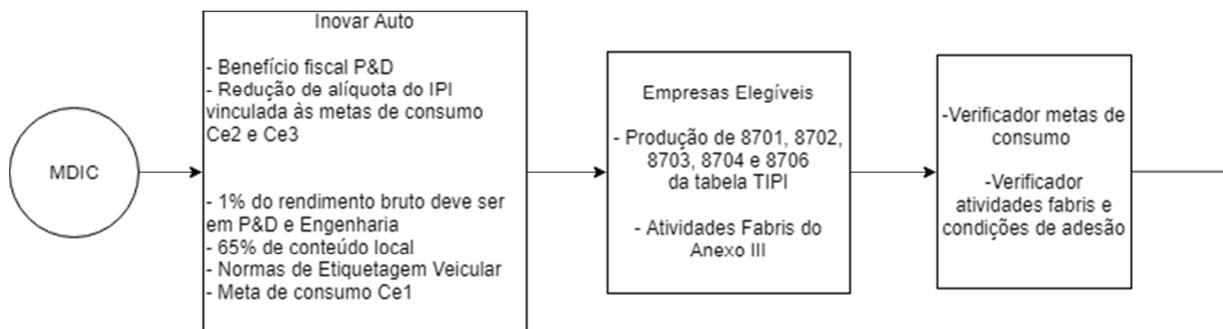
Tomando como base o radar da figura 14, os dados indicam que as ações com maior adesão após o vínculo ao programa foram de desenvolvimento interno, aproveitando talentos já existentes na empresa para geração de soluções através de processos já dominados pela mesma. Suportando esta hipótese, ações inovativas vinculadas a novas conexões dentro do sistema nacional de inovação tiveram nota mais baixa, como treinamento, aquisição de novos programas e aquisição de conhecimentos externos no geral.

O primeiro passo para definir a ação do controlador, representado no diagrama como o MDIC, é aferir qual é o resultado desejado para políticas futuras com base nos resultados da política anterior, mantendo pontos positivos e fazendo mudanças que manipulem os parâmetros que tiveram desempenho abaixo do esperado. Tal análise envolve conhecimento da agenda governamental para inovação, por se pautar na estratégia do país para fortalecer sua indústria. No exemplo, tomamos como base um controle que objetiva fortalecer a interação entre diferentes agentes do sistema nacional de inovação, através de facilitadores e benefícios de acordo com estas manobras.

Para fins de comparação, a figura 16 indica uma modelagem da ação de controle adotada pelo Inovar Auto. O bloco de controle estabelece as metas, benefícios e condições de adesão a priori, sendo repassado para empresas adotantes sem diferenciação de perfis de empresa além da exclusão de atendimento de um dos 3 incisos do artigo 7 para empresas que produzem automóveis nacionalmente, tornando

desnecessária a modelagem de blocos de planta diferentes para cada tipo de empresa adotante.

**Figura 16: Diagrama de blocos do programa Inovar Auto.**



**Fonte:** Elaboração própria

O último bloco descreve a audição feita ao fim do programa, que mede as condições estabelecidas inicialmente para concessão dos créditos ou multa por não cumprimento do contrato. Como as respostas do sistema não influenciam suas condições iniciais, considera-se que a malha é aberta. Em um sistema de regulamento de política industrial como o proposto, o bloco de audição poderia ser utilizado como retroalimentação para melhoria das políticas seguintes, alimentando o controlador com dados para elaboração.

Considerando os quadros 17 e 18 como respostas do sistema formulador de políticas públicas, pode-se considerar que houve movimentação da empresa para adotar práticas mais inovadoras, de acordo com a percepção geral dos funcionários entrevistados. Cruzando os dados com conhecimento prévio das práticas da empresa, os maiores méritos do programa foram de provocar ações internamente na empresa, com alguma adesão a fornecedores e sistemistas para implementação e poucos indicadores de conexões novas.

Em uma próxima política, é interessante que as ações de controle tenham maior comprometimento com facilitadores de conexão entre montadoras e outros agentes do sistema nacional além dos fornecedores e sistemistas. Como a política pública não

contempla somente montadoras, é interessante que seus parâmetros também incentivem o contato destes agentes com as mesmas.

Sugestões de possíveis ações de controle são compiladas no quadro 19, ilustrando opções disponíveis para elaboração de novas políticas pelo controlador/MDIC. Baseadas no bloco de resposta do sistema modelado, as ações descritas no quadro foram elaboradas após avaliação dos efeitos do Inovar Auto utilizando o método descrito no presente trabalho.

Por serem baseadas em uma taxa amostral pequena e sem vínculo com parâmetros quantitativos que comprovem as afirmações dos entrevistados, as ações propostas no quadro limitam-se a delinear ações com base no resultado percebido com a análise das respostas obtidas. Para uma análise mais contundente, é necessário que a coleta de dados seja feita por órgão oficial e vinculada a parâmetros que a confirmem, que vão além do escopo do presente trabalho de proposição de metodologia de controle.

**Quadro 19: Possíveis ações de controle de parâmetros de acordo com análise da política anterior.**

Atividade Inovativa	Atividades relacionadas na montadora
Atividades Internas de P&D	Atividades internas de P&D tem acontecido intrinsecamente com a adoção do programa, devido à organização necessária para entendimento e cumprimento dos regulamentos. Segundo resposta do programa anterior, nenhuma ação adicional se faz necessária para o próximo.
Atividades externas de P&D	Considerando que transferências de tecnologia do mercado automotivo são consolidadas entre sistemistas internacionais e montadoras, uma ação de controle possível é beneficiar aquisição tecnológicas provenientes da interação com outros agentes nacionais, como empresas menores e centros de pesquisa.
Aquisição de outros conhecimentos externos	Semelhante ao parâmetro anterior, a aquisição de conhecimento externo seria controlada com medidas além do co-design característico do setor. Benefícios atrelados à aquisição de patentes e firmamento de contratos com ICTs podem melhorar a resposta deste parâmetro, por exemplo.
Aquisição de Software	A aquisição de software tem pouca relevância para o objetivo de fortalecimento de conexões entre o SNI. Medidas que podem contemplá-la podem ser diluídas entre as outras atividades, como benefícios atrelados à aquisição de software desenvolvidos por outros agentes locais ou treinamentos ministrados por estes agentes.
Aquisição de máquinas e equipamentos	Embora a montadora pesquisada tenha apresentado pouca coordenação para processos de aquisição de maquinário para pesquisa, o controle de processos internos é difícil para um parâmetro lançado nacionalmente. Uma opção seria vincular benefícios ao financiamento de instituições voltadas para pesquisa, para que estas lidem com o processo de aquisição de insumo para pesquisa dentro dos próprios parâmetros.
Treinamento	A atividade de treinamento são ligadas a centros de pesquisa, e sua baixa adesão pode ser relacionada à falta de parâmetros que incentivem conexão com estes centros no programa original. Ações de controle que aproximam os profissionais de universidades e centros de pesquisa são necessárias, como benefícios relacionados ao número de funcionários com mestrado ou doutorado, dedução atrelada à concessão de bolsas de estudo, benefícios para tecnologias desenvolvidas junto a ICTs e parâmetros vantajosos para ICTs que trabalhem com empresas, como descentralização do critério de avaliação por publicações, incluindo patenteamento de tecnologias e ações públicas relevantes.
Introdução de Inovações Tecnológicas no mercado	A atividade de introdução de tecnologias teve alta adesão devido ao caráter do programa. Uma ação de controle para fortalecimento de SNI pode tomar a forma de benefícios vinculados à parceria com centros de pesquisa locais para pesquisa e testes de mercado.
Outras preparações para produção e distribuição	A ação de preparação para produção teve boa adesão, e pode ser reforçada no controle dos demais parâmetros. Nenhuma ação específica de controle é sugerida.

**Fonte:** Elaboração própria.

#### **4.7 Considerações sobre a modelagem de sistemas com múltiplos blocos**

O exemplo destacado no presente trabalho utilizou a montagem detalhada de um único bloco conhecido, visando facilitar a formatação, obtenção e análise dos dados levantados. Em um programa governamental, a ação de modelagem de diversos agentes e dos respectivos blocos de resposta não se limita à concepção de parâmetros comuns com pesos variáveis, mas também à noção de como cada ação de controle age sobre o sistema e influencia a interação entre seus elementos.

Em diagramas de blocos para sistemas físicos, ações de controle proporcional, integral e derivativo visam corrigir grandezas de tempo de resposta, margem de erro, intensidade do sinal e outros. A correção de sinal que objetive corrigir somente um bloco pode incorrer em erros nos demais, e é esperado que o controlador tenha profundo conhecimento sobre o sistema para evitar ações que provocam desarmonia superior à correção. Para tal, é necessário que o controle e parâmetros sejam criados por equipes familiarizadas com os locais a serem controlados, com maior capacidade de prever e medir os efeitos das políticas sobre os mesmos.

Um exemplo claro de decisões de design que podem ter efeitos benéficos ou adversos em blocos diferentes é o critério de base de cálculo do benefício fiscal, que pode ser calculado através do volume ou incremento de produção. A base de cálculo por volume é vantajosa por ser menos complexa e facilitar a entrada de empresas pequenas e médias, além de reduzir incertezas pela menor variação. Um controle bem ajustado com base incremental permite medições de esforço inovativo, no lugar de um suporte recorrente para P&D, e reduz a possibilidade de fraude. Para empresas de maior porte, cujos dispêndios em P&D e atividades fabris já superam o mínimo estabelecido antes da entrada no programa, políticas incrementais podem evitar redução de engenharia local e importação das matrizes, por se basearem em números de cada empresa.

A diferenciação entre os critérios para fornecedores nacionais e montadoras permitiria que empresas menores fossem beneficiadas pelo cálculo com volume, sem que

transnacionais cumpram automaticamente os critérios de avaliação mesmo com depreciação do potencial inovador. Voltando à comparação com sistemas físicos, um sistema bem projetado permite que critérios mais complexos sejam adotados, como o cálculo incremental, evitando que um critério que busca incluir uma parcela menor do SNI beneficie os principais agentes sem que uma contrapartida seja necessária.

Ações que atingem múltiplos blocos também devem ser direcionadas de modo a evitar conflito entre os mesmos. Por exemplo, uma ação que conceda benefícios a fornecedores que tem conexão com a matriz podem fazer com que fornecedores de tier mais baixos prefiram negociar diretamente com montadoras, quebrando o fluxo de funcionamento da cadeia automotiva. Uma alternativa mais adequada seria de parcerias de transferência de conhecimento e co-participação destas empresas nos processos dos fornecedores de tier mais alto.

De modo geral, o controle para múltiplos blocos parte de um misto de entendimento do sistema controlado para calibração de seus parâmetros e ajuste de acordo com as respostas do sistema. Uma projeção que englobe todos os agentes e suas particularidades é complexa, mas possível com a lógica de programação por blocos, onde uma visão holística conecta as ações em um bloco a todos o meio. O alcance de um sistema bem calibrado exige um estudo profundo de cada elemento interno e externo que tenha relevância, bem como múltiplas interações para aprendizado de metodologias de correção.

## 5 Conclusões

Neste capítulo, as principais conclusões obtidas durante a análise da formulação do diagrama serão descritas com base na bibliografia apresentada e nos desdobramentos descritos no capítulo anterior. O aprendizado é confrontado com as hipóteses iniciais que deram início ao estudo, e as potencialidades e limitações do método desenvolvido são descritas. Por fim, pontos de pesquisa futuro são propostos, tendo como base o potencial de alinhamento de diferentes grupos de pesquisa através da adoção do método proposto.

### 5.1 Montadora pesquisada, hipóteses e resultados

Nesta seção, as hipóteses iniciais serão confrontadas com os resultados obtidos pelo bloco modelado de acordo com a montadora onde as entrevistas foram feitas, visando um entendimento de como a atividade de modelagem pode contribuir para a resposta das questões que motivaram o trabalho.

#### **5.1.1 H1: Os dados quantitativos utilizados pelo programa são falhos no que se refere a apurar o esforço inovativo das empresas participantes;**

A primeira hipótese dá base à necessidade de modelos que descrevam o processo de criação de políticas públicas e permitam que ações de melhoria sejam adotadas para otimização das políticas criadas pelos mesmos.

De acordo com a bibliografia e com os resultados analisados na montadora escolhida, os esforços inovativos são subjetivos, não refletindo necessariamente nos dados utilizados pelo programa. Segundo a métrica do Inovar Auto, a montadora conseguiu cumprir a meta de consumo  $CE_1$ , classificando-se para o objetivo mínimo estabelecido para programa sem concessão de incentivos adicionais.

A análise do radar de esforços gerados pelo presente trabalho aponta que este resultado foi obtido primariamente por um aumento nas atividades internas de P&D, utilizando conhecimentos já existentes na empresa e com fraca criação de novos vínculos no sistema nacional de inovação. Indicadores de ligação com universidade tiveram uma melhora tímida, condizente com atividades de desenvolvimento estabelecidas pela empresa para pesquisa de soluções, mas menos valorizada que os demais parâmetros por não estabelecer novas políticas para manutenção de vínculos, o que indica curta a média duração.

Considerando que todas as montadoras atenderam os requisitos, não receber crédito extra coloca a montadora pesquisada em uma posição de pouco destaque perante as demais. O bloco não foi testado em outras montadoras para comparação, mas indica aumento de atividade local de engenharia, maior interação com fornecedores locais em relação ao aumento de interação com matriz no período e uma baixa reestruturação política da empresa.

Para fins de comparação, o maior objetivo de redução de consumo foi atingido por duas montadoras que tiveram redução de engenharia local, por já cumprirem os critérios de investimento mínimo e importarem tecnologia global das matrizes para atendimento do critério de consumo (Ibusuki et al, 2017).

Segundo a métrica adotada pelo bloco, diminuição de engenharia local envolve diminuição do critério de atividades internas de P&D, e pode acarretar diminuição de atividades externas, caso a importação não tenha co-design, e atividade inventiva relevante de agentes brasileiros.

A discrepância entre os resultados obtidos no bloco e o crédito concedido pelo governo indica que esforços inovativos não têm peso relevante para premiação pelo programa, visto que empresas que retraíram sua atuação local tiveram melhores resultados que a empresa pesquisada, que apresentou indicadores positivos (Ibusuki, 2017).

Adicionalmente, a falta de caracterização da forma como os resultados são obtidos não permite que novas políticas sejam mais focadas em atividades que foram pouco desenvolvidas pelas anteriores, ou que estratégias envolvendo atividades específicas sejam traçadas.

**5.1.2 H2: Através do estudo do Sistema Nacional de Inovação local, é possível estabelecer métricas que melhor definam o grau de comprometimento das empresas participantes em se tornarem mais inovadoras;**

A modelagem de blocos só é possível com conhecimento do sistema a ser modelado, para estabelecimento de seus componentes e das relações entre os mesmos. Por este motivo, o trabalho partiu de visão macroscópica do sistema e aprofundou-se somente na análise de uma montadora conhecida, onde os resultados qualitativos puderam ser interpretados de acordo com a realidade vigente durante o programa por pessoas que interagiram com o processo.

A análise da montadora pesquisada indica detalhes em sua estratégia além da colocação referente à eficiência energética de seus veículos. Como visto na análise da hipótese H1, um objetivo de médio prazo como o ganho de consumo não é interessante para medir inovação no Brasil, por não ser diretamente ligado a esforços inovativos e poder se pautar em tecnologias recebidas por matrizes para atividade local de tropicalização.

Por refletir diferentes tipos de instituição, o sistema nacional de inovação automobilística brasileiro deve ser analisado de acordo com potencialidades e características locais, visto que a importação de soluções é possível quando os critérios não medem atividade inventiva desenvolvida nacionalmente. Adicionalmente, o grande número de montadoras transnacionais indica que critérios incrementais podem ser mais interessantes, por medirem melhor a adesão de empresas já estabelecidas no mercado nacional.

### **5.1.3 H3: É possível que tais métricas sejam adaptadas e incorporadas a programas futuros, para uma melhor adesão das empresas participantes aos objetivos primários que justificam a adoção de políticas públicas.**

O objetivo do diagrama de blocos é especificamente criar um sistema de melhoria do sistema nacional de inovação através de políticas industriais. De acordo com os resultados para a montadora avaliada, o bloco sugere aumento de engenharia local e demanda ações que incentivem novas conexões de longo prazo com universidades e centros de pesquisa locais, dentro de uma estratégia nacional de fortalecimento da inovação brasileira.

A identificação de parâmetros qualitativos que fomentam inovação nacional permite que estes mesmos parâmetros sejam re-incorporados como especificações de novas políticas, de acordo com análise e feedback das instituições vinculadas à política anterior.

Por se pautar em metas de eficiência e parâmetros mínimos inferiores aos de muitas das montadoras participantes, o Inovar Auto pouco contribuiu para fundamentação de seu sucessor. A reavaliação de métrica é um dos pontos centrais para que políticas industriais tenham impacto relevante sobre o sistema em que atuam.

## **5.2 Potencialidades do Diagrama de Blocos**

O método de modelagem de blocos mostrou-se adequado para lidar com problemas de ordem social como a criação de políticas públicas, através da representação dos sistemas envolvidos como blocos e do fluxo de informação e produtos entre os mesmos como linhas.

Tal visão é interessante por permitir uma representação holística, que interconecta os agentes do sistema nacional de inovação e possibilita que influências externas ao sistema sejam levadas em conta. Através da adoção de uma lógica comum para os

blocos do sistema, é possível que um problema complexo seja atacado por múltiplas frentes, através de parâmetros dinâmicos que se adequam às descobertas de diferentes grupos de pesquisa sobre os sistemas estudados.

Para problemas de esforços inovativos, é necessário que o método de análise permita que novas variáveis sejam incorporadas, devido à natureza mutável de processos de inovação e ao conhecimento adquirido pelos grupos de pesquisa, que deve ser traduzido em novas variáveis.

A qualidade da modulação dos blocos é limitada pelo grau de conhecimento que o controlador tem do sistema representado, que é assumido como crescente durante as interações com o bloco. Deste modo, o registro de conexões e influências entre agentes do sistema nacional pode ser mantido e corrigido sem que um novo sistema seja desenhado para cada descoberta.

Estas características permitem comunicação entre análises feitas por mais de um grupo em uma linguagem comum. Como o sistema nacional de inovação é composto por agentes e conexões complexas, esta modularização do estudo é importante devido à dificuldade de um grupo de pesquisa cobrir diversas frentes e ter conhecimento profundo simultaneamente. A lógica de blocos permite que um grupo de controle seja alimentado por grupos especializados, ordenando parâmetros comuns para traçar e controlar um panorama geral do sistema.

Em resumo, pode-se afirmar que o diagrama de blocos desenvolvido é relevante por:

- 1) Apresentar uma lógica de controle aberta, que permite contribuições de diferentes pesquisadores;
- 2) Permitir que elementos fora do controle do sistema e do controlador sejam levados em conta, na forma de distúrbios;
- 3) Apresentar um sistema de desenvolvimento de políticas públicas que se pauta nos resultados de políticas anteriores e prevê métodos de avaliação vinculados

às metas das políticas industriais.

- 4) Liga a avaliação de políticas públicas às decisões de design de políticas intrinsecamente. Tomando base em parâmetros que possam ser medidos e avaliados, os critérios das políticas geradas pelo método tendem a direcionar os resultados desejados pelo governo.

### **5.3 Contribuições e limitações da pesquisa**

A modulação de um diagrama de blocos com base em entrevistas cumpre o papel de teste de funcionamento do método, tendo pouca relevância em conclusões sobre o funcionamento da empresa avaliada devido à baixa adesão dos funcionários ao questionário. Paralelamente, é plausível assumir que respostas a um questionário informal de pesquisa sejam diferentes às respostas dadas a uma instituição de controle de políticas públicas, dado o peso das mesmas sobre os benefícios da empresa.

Deste modo, é sugerido que a adoção do diagrama de blocos apresentado por uma instituição governamental seja pautada em indicadores qualitativos pautados em parâmetros que possam ser mensurados, como contratação de horas de instituições de pesquisa ou números de bolsas de estudo. A mesma metodologia empregada pode ser repetida institucionalmente, para garantir melhor adesão e evitar fraude nas respostas através da comparação com dados quantitativos.

A possibilidade de modelagem do problema como blocos permite que uma maior clareza sobre os efeitos de políticas industriais nos sistemas afetados seja obtida com o tempo. Como a qualidade do bloco modelado é limitada pelo conhecimento do mesmo, é esperado que múltiplas interações alinhem críticas aos seus efeitos com soluções específicas para os elementos do sistema.

Como o sistema é extremamente complexo, a adoção do diagrama estabelece um lugar comum para que múltiplas frentes ataquem o problema de forma coordenada,

permitindo que modelagem geral seja compartilhada e que as peculiaridades de cada setor sejam expostas e relacionadas com os demais. No bloco modelado para o presente trabalho, a visão de montadoras indica a necessidade de aumento de conexões com agentes locais além dos sistemistas já tradicionais, mas é necessário que estes agentes também sejam estudados e modelados para elaboração de ações que facilitem essas conexões.

#### **5.4 Pontos para pesquisas futuras**

Por se tratar de um projeto de modelagem de blocos, o presente trabalho apresenta diversas oportunidades de pesquisas futuras pautadas na lógica estabelecida.

A modelagem de blocos de montadoras, fornecedores e instituições de pesquisa é vital para obtenção de um diagrama funcional, e envolve equipes com profundo conhecimento de cada sistema para análise e conversão dos mesmos em blocos. Havendo uma lógica estabelecida para cada bloco, o estudo de relações entre eles e impactos secundários que políticas públicas podem ter nestas relações é importante, por dar maior entendimento à forma como políticas afetam conexões.

Os parâmetros utilizados atualmente foram feitos com base nas atividades de uma montadora específica, sendo necessário que parâmetros comuns sejam colhidos entre sistemas para uma lógica global. O conhecimento e estudo de mais montadoras pode contribuir para repaginação de parâmetros relevantes ao bloco de montadoras, e particularidades de fornecedores e centros de pesquisa podem ser aferidos para uma modelagem de seus blocos que siga sua lógica de funcionamento.

## Referências Bibliográficas

AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL - ABDI. **Contribuições para a Política de Desenvolvimento Industrial, de Inovação e de Comércio Exterior Período 2011/2014**, 2010. Disponível em <<http://www.abdi.com.br/Estudo/livroBrasilMaior.pdf>>. Acesso em Fevereiro de 2018.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE VEÍCULOS AUTOMOTORES - ANFAVEA. **Anuário da Indústria Automobilística Brasileira (2018)**. Disponível em <<http://www.anfavea.com.br>>. Acesso em Março de 2018.

AUTOMOTIVE BUSINESS. **Inovar-Auto é ilegal, determina OMC: Brasil é condenado por protecionismo por causa do regime automotivo**. Disponível em <<http://www.automotivebusiness.com.br/noticia/24949/innovar-auto-e-ilegal-determina-omc>>. Acesso em Maio 2018.

AUTOMOTIVE BUSINESS. **Resultados de eficiência do Inovar Auto**. Disponível em <<http://www.automotivebusiness.com.br/abinteligencia/pdf/ResultadoMetasInovar-Auto.pdf>>. Acesso em Abril de 2018.

AVELLAR, Ana Paula. Impacto das políticas de fomento à inovação no Brasil sobre o gasto em atividades inovativas e em atividades de P&D das empresas. **Estudos Econômicos**, São Paulo, v. 39, n. 3, p. 629-649, Setembro de 2009. Disponível em <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0101-41612009000300007&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-41612009000300007&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em Fevereiro de 2018.

AVELLAR, A.P.;BITTENCOURT, P. Política de Inovação: Instrumentos e Avaliação. In: Rapini, M.S; Silva, L.; Albuquerque, E.M. (org). **Economia da Ciência, Tecnologia e Inovação**. Curitiba: Editora Prismas, 2017.

BASTOS, Valéria Delgado. Incentivo à inovação: tendências internacionais e no Brasil e o papel do BNDES junto às grandes empresas. **Revista do BNDES**, Rio de Janeiro, v. 11, n. 21 , p. [107]-137, jun. 2004.

BITTENCOURT, P; CARIO, S. Sistemas de Inovação: das raízes do século XIX à análise global contemporânea. In: Rapini, M.S; Silva, L.; Albuquerque, E.M. (org). **Economia da Ciência, Tecnologia e Inovação**. Curitiba: Editora Prismas, 2017.

FREEMAN, C. The “national system of innovation” in historical perspective. **Cambridge Journal of Economics** 19, no 1, 1995.

HOLWEG, M.; GREENWOOD, A. Product Variety, Life Cycles, and Rate of Innovation – Trends in the UK Automotive Industry. Research Paper. **Cardiff: University of Cardiff**, 2001.

IBUSUKI, U., KAMINSKI, P., PASCOAL, E. O Sistema de Inovação do Setor Automotivo Brasileiro: lições aprendidas com o INOVAR-AUTO. In: **11º Congresso Brasileiro de Inovação e Gestão de Desenvolvimento do Produto**, São Paulo, 2017.

ETZKOWITZ, HENRY; ZHOU, CHUNYAN. (2017). Hélice Tríplice: inovação e empreendedorismo universidade-indústria-governo. **Estudos Avançados**, 31(90), 23-48. Disponível em <<https://dx.doi.org/10.1590/s0103-40142017.3190003>>. Acesso em Junho de 2018.

INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, QUALIDADE E TECNOLOGIA - INMETRO. **Metodologia para divulgação de dados de consumo veicular**. Disponível em <[http://www.inmetro.gov.br/consumidor/pbe/Metodologia\\_Consumo\\_Veicular.pdf](http://www.inmetro.gov.br/consumidor/pbe/Metodologia_Consumo_Veicular.pdf)>. Acesso em Abril de 2018.

KÖHLER, C; LAREDO, P; RAMMER, C. The Impact and Effectiveness of Fiscal Incentives for R&D. **Nesta working paper** 12-01, United Kingdom, U.K. Disponível em <[https://media.nesta.org.uk/documents/the\\_impact\\_and\\_effectiveness\\_of\\_fiscal\\_incentives.pdf](https://media.nesta.org.uk/documents/the_impact_and_effectiveness_of_fiscal_incentives.pdf)>. Acesso em Abril de 2018.

LEE, Y. S. The Sustainability of University-Industry Research Collaboration: An Empirical Assessment. **Journal of Technology Transfer**, v. 25, p. 111-133, 2000. Disponível em <[http://www.support-project.eu/dvd/languages/assets/en\\_assets/assets/training/hei/2\\_hei\\_benefits/BackgroundReading/Sustainability.pdf](http://www.support-project.eu/dvd/languages/assets/en_assets/assets/training/hei/2_hei_benefits/BackgroundReading/Sustainability.pdf)>. Acesso em Junho de 2018.

LEITE, R.C; CORTEZ, L. O etanol combustível no Brasil. **Embrapa**, 2013. Disponível em <[http://ag20.cnptia.embrapa.br/Repositorio/etanol3\\_000g7gq2cz702wx5ok0wtedt3xdrmftk.pdf](http://ag20.cnptia.embrapa.br/Repositorio/etanol3_000g7gq2cz702wx5ok0wtedt3xdrmftk.pdf)>. Acesso em Junho de 2018.

LUNDEVALL, B.A. National Systems of Innovation: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning. In: **The Learning Economy and the Economics of Hope**, 85-106. Londres; Nova York: Anthem Press, 2016.

MARX, R.; MELLO, A. M. New initiatives, trends and dilemmas for the Brazilian automotive industry: the case of Inovar Auto and its impacts on electromobility in Brazil. **International Journal of Automotive Technology and Management**, Vol. 14, No. 2, pp. 138-157, 2014. Disponível em <[https://www.researchgate.net/publication/264439402\\_New\\_initiatives\\_trends\\_and\\_dilemmas\\_for\\_the\\_Brazilian\\_automotive\\_industry\\_The\\_case\\_of\\_Inovar\\_Auto\\_and\\_its\\_impacts\\_on\\_electromobility\\_in\\_Brazil](https://www.researchgate.net/publication/264439402_New_initiatives_trends_and_dilemmas_for_the_Brazilian_automotive_industry_The_case_of_Inovar_Auto_and_its_impacts_on_electromobility_in_Brazil)>. Acesso em Abril de 2018.

MAZZUCATO, M. **The Entrepreneurial State**. Londres: Demos, 2011.

MINISTÉRIO DA INDÚSTRIA, COMÉRCIO EXTERIOR E SERVIÇOS - MDIC. **Decreto Nº 7212, de 15 de Junho de 2010.** Disponível em [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/ato2007-2010/2010/decreto/d7212.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2007-2010/2010/decreto/d7212.htm). Acesso em Dezembro de 2017.

MINISTÉRIO DA INDÚSTRIA, COMÉRCIO EXTERIOR E SERVIÇOS - MDIC. **Lei Nº 12715, de 17 de Setembro de 2012.** Disponível em [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/ato2011-2014/2012/lei/l12715.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2011-2014/2012/lei/l12715.htm). Acesso em Dezembro de 2017.

MINISTÉRIO DA INDÚSTRIA, COMÉRCIO EXTERIOR E SERVIÇOS - MDIC. **Decreto Nº 7819, de 3 de Outubro de 2012.** Disponível em [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/ato2011-2014/2012/Decreto/D7819.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2011-2014/2012/Decreto/D7819.htm). Acesso em Dezembro de 2017.

MINISTÉRIO DA INDÚSTRIA, COMÉRCIO EXTERIOR E SERVIÇOS - MDIC. **Auditoria do programa Inovar Auto - 2018.** Disponível em <http://www.mdic.gov.br/index.php/competitividade-industrial/setor-automotivo/inovar-auto/auditoria-inovar-auto/105-assuntos/competitividade-industrial>. Acesso em Maio de 2018.

NATIONAL SCIENCE FOUNDATION - NSF. **What is basic research?.** 1953. Disponível em <https://www.nsf.gov>. Acesso em junho de 2018.

NELSON, R. National Innovation Systems: A Retrospective on a Study. **School of International and Public Affairs**, Columbia University, 1992.

NELSON, R.; WINTER, S. An evolutionary theory of economic change. **Belknap Press**, Cambridge, 1982.

OGATA, K. Engenharia de Controle Moderno. **Universidade de Minnesota**, 1997.

ORGANIZAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO - OCDE. **Manual de Oslo**: Diretrizes para a coleta e interpretação de dados sobre Inovação. 3 ed. Paris: OCDE, 2005.

PARANHOS, J; HASENCLEVER, L. Teoria da Firma e empresa Inovadora. In: Rapini, M.S; Silva, L.; Albuquerque, E.M. (org). **Economia da Ciência, Tecnologia e Inovação**. Curitiba: Editora Prismas, 2017.

NEGRI *et al.* Determinantes da Acumulação de Conhecimento para Inovação Tecnológica nos Setores Industriais no Brasil: Setor Automotivo. **ABDI**, 2008.

PENA, Rodolfo F. Alves. Brasil: subdesenvolvido ou emergente?. **Brasil Escola**. Acesso em 06 de março de 2018. Disponível em <<https://brasilestela.uol.com.br/brasil/brasil-subdesenvolvido-ou-emergente.htm>>.

Acesso em Junho de 2018.

POSTHUMA, A.C. Estudo da Competitividade da Indústria Brasileira. **FECAMP**, Campinas, 1993. Disponível em <<http://www.dominiopublico.gov.br/download/texto/ci000063.pdf>>. Acesso em Abril de 2018.

SALERNO, M. Um Panorama da Cadeia Automotiva Brasileira Envolvendo 224 Empresas: Hegemonia das Transnacionais, Controle da Cadeia pelos “Sistemistas”, Perfil do 2º/3º Nível e das Atividades de Projeto de Produto. **XXV Encontro Anual da ANPOCS**, Caxambu, MG, 2001.

SIMON, H. The Sciences of the Artificial. **Cambridge**: MIT Press, 1969.

SUZIGAN, W; FURTADO, J. Política Industrial e Desenvolvimento. **Revista de Economia Política**, vol. 26, nº 2 (102), pp. 163-185. Abril-Junho/2006. Disponível em <<http://www.scielo.br/pdf/rep/v26n2/a01v26n2.pdf>>. Acesso em Março de 2018.

SUZIGAN, W. Elementos Essenciais da Política Industrial. In: Rapini, M.S; Silva, L.; Albuquerque, E.M. (org). **Economia da Ciência, Tecnologia e Inovação**. Curitiba: Editora Prismas, 2017.

SUBSECRETARIA DE TRIBUTAÇÃO E CONTENCIOSO. Tabela de Incidência do Imposto Sobre Produtos Industrializados - **TIPI**. Disponível em <<http://idg.receita.fazenda.gov.br/acesso-rapido/legislacao/documentos-e-arquivos/tipi.pdf/view>>. Acesso em Fevereiro de 2018.

TIDD, J.; BESSANT, J.; PAVITT, K. Managing innovation: integrating technological, market and organizational change. Chichester. **West Sussex: John Wiley & Sons Ltd.** 3rd ed. 2005.

VANALLE, R; SALLES, J. Relação entre montadoras e fornecedores: Modelos teóricos e estudos de caso na indústria automobilística brasileira. **Gest. Prod., São Carlos, v. 18**, n. 2, p. 237-250, 2011. Disponível em <<http://www.scielo.br/pdf/gp/v18n2/02.pdf>>. Acesso em Março de 2018.

ZILBOVICIUS, M.; MARX, R.; SALERNO, M.S. A comprehensive study of the transformation of the Brazilian automotive industry. **Journal of Automotive Technology and Management**, Vol. 2, No. 1, pp.10-23, 2002. Disponível em <[https://www.researchgate.net/profile/Mario\\_Salerno3/publication/247832731\\_A\\_comprehensive\\_study\\_of\\_the\\_transformation\\_of\\_the\\_Brazilian\\_automotive\\_industry/links/54e78d5c0cf25ba91c796bcf/A-comprehensive-study-of-the-transformation-of-the-Brazilian-automotive-industry.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Mario_Salerno3/publication/247832731_A_comprehensive_study_of_the_transformation_of_the_Brazilian_automotive_industry/links/54e78d5c0cf25ba91c796bcf/A-comprehensive-study-of-the-transformation-of-the-Brazilian-automotive-industry.pdf)>. Acesso em Fevereiro de 2018.

## **Apêndice A: Questionário aplicado aos participantes da pesquisa**

Os participantes responderam às 12 perguntas do questionário, utilizadas para alimentar o radar de inovação criado para a pesquisa. Cada uma das perguntas abaixo é direcionada a um ou mais critérios de inovação, indicados entre parênteses ao fim da questão através do código numérico utilizado na programação.

Os números correspondem aos critérios de Atividades Internas de P&D (1), Atividades externas de P&D (2), Aquisição de outros conhecimentos externos (3), Aquisição de Software (4), Aquisição de Máquinas e Equipamentos (5), Treinamento (6), Introdução de Inovações Tecnológicas no Mercado (7) e Outras Preparações para a produção e distribuição (8).

Q1: A empresa promove atividades que visam fomentar a criatividade de seus funcionários, reunindo-os dentro do horário de trabalho para discutir ideias e trocar experiências sobre projetos e metodologias (1)

Q2: Ferramentas virtuais que facilitem o trabalho são adquiridas e renovadas com frequência, e é possível que funcionários requisitem licenças para programas que facilitem seu trabalho (4)

Q3: É possível adquirir equipamentos e ativos tangíveis para pesquisa, mesmo sem haver um protocolo específico para compra dos mesmos. (5)

Q4: A empresa conta com uma cadeia específica para compra de ativos utilizados em pesquisa, com exigências diferentes das adotadas para compras em larga escala. (5; 8)

Q5: A aquisição de licenças e equipamentos externos é vinculada a treinamento dos funcionários, ministrado por um profissional familiarizado com a ferramenta. (4; 5; 6)

Q6: A empresa conta com fornecedores e parceiros, que desenvolvem tecnologias em conjunto com seus funcionários, para melhoramento e desenvolvimento de produtos agregados ao seu portfólio. (2)

Q7: A empresa tem gerado novas tecnologias localmente, consolidando projetos bem sucedidos na forma de produtos no mercado (7)

Q8: A empresa tem uma política para aquisição e uso de patentes, marcas ou tecnologias desenvolvidas por terceiros, para implementação de inovações, geração de modelos de utilidade ou atividade afim (3)

Q9: A empresa oferece treinamento em ferramentas e processos úteis às atividades de seus funcionários (6)

Q10: Existe uma política de trocas de experiências dos funcionários sobre processos, tecnologias, softwares, vivências de cada área ou similares. (1; 6)

Q11: Políticas e equipes podem ser criadas temporariamente para atender demandas específicas de projetos ou políticas internas e externas. Há a possibilidade de criar ou redistribuir setores e subsetores para se adequar à realidade da empresa. (8)

Q12: A empresa adaptou tecnologias já consolidadas por fornecedores, matriz ou concorrentes, adquirindo o direito de uso das mesmas para usá-las de base no desenvolvimento de produtos próprios, que chegaram até o mercado (2; 3; 7)