

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE ECONOMIA
MONOGRAFIA DE BACHARELADO

**Avaliação da Sistemática da Política Alemã de
Inovação sob a Ótica da Abordagem de Sistemas Nacionais
de Inovação: período 2016-2020 com ênfase em PMEs**

PEDRO DE ASSIS COELHO DA ROCHA
matrícula nº 114157501

ORIENTADOR: Prof. Marcelo G. Pessoa de Matos

COORIENTADOR: Israel Sanches Marcellino

JUNHO 2020

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE ECONOMIA
MONOGRAFIA DE BACHARELADO

**Avaliação da Sistemática da Política Alemã de
Inovação sob a Ótica da Abordagem de Sistemas Nacionais
de Inovação: período 2016-2020 com ênfase em PMEs**

PEDRO DE ASSIS COELHO DA ROCHA
matrícula nº 114157501

ORIENTADOR: Prof. Marcelo G. Pessoa de Matos

COORIENTADOR: Israel Sanches Marcellino

JUNHO 2020

As opiniões expressas neste trabalho são da exclusiva responsabilidade do autor

AGRADECIMENTOS

A conclusão do curso de economia, simbolizada pela entrega deste trabalho, só foi possível graças à ajuda de diversas pessoas na minha caminhada.

Sou grato pelo apoio e auxílio de meu pai e minha mãe, que me apoiaram em todos os projetos, realizações e desafios enfrentados até aqui, incluindo o auxílio na realização deste trabalho. Também gostaria de agradecer à minha avó Any e meu tio Lula, que além de me apoiarem, discutiram as ideias incluídas nessa monografia.

Agradeço a Susanna, que além de me apoiar diariamente, usou de sua capacidade e inteligência para revisar a redação com dedicação e diligência, além do auxílio na formatação e normas. Sem ela, só terminaria a monografia no próximo semestre.

Agradeço ao Prof. Marcelo por ter aceitado ser o meu orientador. Agradeço-o pela ajuda na escolha do tema e por valiosas discussões que me permitiram estruturar esse trabalho com maior clareza. Do mesmo jeito, agradeço ao Israel, que além de ser um grande parceiro profissional, aceitou ser meu coorientador no momento que eu mais precisava, levando a sério o trabalho e sendo minucioso nas recomendações.

Também gostaria de agradecer especialmente a Júlia, Zeca, Lorena, Adriana e Pedro, que me auxiliaram na revisão, correções e formatação do texto. Sem esse apoio, a qualidade desta monografia seria muito menor.

No meu grupo de pesquisa, agradeço a todos que me fizeram crescer profissionalmente e influenciaram minhas decisões para o futuro. Dentre essas pessoas menciono especialmente: Israel, Marcelo, Gabi, Helena e Cassiolato, assim como Larissa e Kenia, que participaram do relatório que serviu de base para este estudo, e claro, Eliane, sempre presente no dia a dia.

Agradeço também a meus professores que, além dos ensinamentos, serviram de inspiração. Também agradeço aos colegas de graduação, que passaram por essa experiência comigo, e meus amigos que me apoiam sempre. Agradeço a todos os outros que me ajudaram pessoalmente ou profissionalmente na minha trajetória até aqui.

RESUMO

A inovação tem um papel fundamental no desenvolvimento econômico dos países. As pequenas e médias empresas (PMEs) têm sido colocadas em posições importantes nos programas realizados em diversos países. A abordagem de inspiração neoschumpeteriana de Sistemas Nacionais de Inovação (SNI) é a principal literatura que considera as muitas dimensões de ações nacional como relevantes para o processo inovativo. Essa abordagem considera que as interações que ocorrem no processo inovativo em diferentes esferas, como as que acontecem entre as firmas, as universidades, governos e outras organizações, influenciam o aprendizado e a própria inovação. Essas considerações têm inúmeras implicações para políticas de inovação. Então, para avaliar uma política de inovação é possível apontar um quadro referencial que contém uma série de critérios que considerados conjuntamente podem indicar a sistematicidade das políticas de um determinado país. Esse estudo buscou adaptar esse quadro para as especificidades apresentadas pelas PMEs. Essa adaptação gera um quadro específico, com foco especial às PMEs, que pode ser útil em outros estudos que busquem entender se as condições trazidas pela abordagem do SNI são tratadas. O presente estudo busca aplicar tal quadro para avaliar a política de inovação para pequenas e médias empresas da Alemanha. Ela foi avaliada a partir da descrição dos contextos econômicos e das políticas que regem o conjunto de programas realizados para auxiliar as pequenas e médias empresas, sejam de forma direta ou indireta. Admite-se que essa política nacional reconhece as várias questões da abordagem do SNI e também as considerações relacionadas às especificidades das pequenas e médias empresas, já que os achados mostram que a política: (i) reconhece o aprendizado interativo e a importância das capacitações; (ii) enfatiza a difusão tecnológica e disponibilização de ativos complementares; (iii) está alinhada a políticas implícitas e diretrizes estratégicas; (iv) dialoga com diferentes atores e representantes de setores distintos; (v) escolhe temas levando em consideração questões tecnológicas acerca do objetivo estratégico; (vi) foca em atores coletivos, com forte participação da academia; (vii) reconhece as particularidades regionais. Entretanto, existem ainda algumas fraquezas relacionadas às antigas concepções da inovação e do fomento às PMEs.

Palavras-chave: inovação, sistemas nacionais de inovação, pequenas e médias empresas, política sistêmica de inovação, Alemanha.

ABSTRACT

Innovation plays a key role in the economic development of countries. Small and medium-sized enterprises (SMEs) have been given important positions in programs undertaken in several countries. The neoschumpeterian-inspired approach of National Innovation Systems (NIS) is the main literature that considers the many dimensions of national actions as relevant to the innovative process. This approach considers that the interactions that take place in the innovative process in different spheres, such as those that happen between firms, universities, governments and other organizations, influence learning and innovation itself. These considerations have several implications to innovation policies. Thus, to evaluate an innovation policy, it is possible to point out a reference framework that contains a set of criteria that taken together can indicate the systemic nature of a given country's policies. This study sought to adapt this framework to the specificities presented by SMEs. This adaptation generates a specific framework with special focus on SMEs that can be useful in other studies that seek to understand whether the conditions brought about by the NIS approach are addressed. This study seeks to apply such framework to evaluate innovation policy for small and medium-sized enterprises in Germany. It is recognized that this national policy acknowledges the various issues of the NIS approach as well as considerations related to the specificities of small and medium-sized enterprises, as the results show that the policy: (i) recognizes interactive learning and the importance of capacity-building; (ii) emphasizes technological diffusion and the availability of complementary assets; (iii) is aligned with implicit policies and strategic guidelines; (iv) dialogues with different actors and representatives of different sectors; (v) chooses themes taking into consideration technological issues about the strategic objective; (vi) focuses on collective actors, with strong participation from academia; (vii) recognizes regional particularities. Nevertheless, there are still some weaknesses related to the old conceptions of innovation and the promotion of SMEs.

Keywords: innovation, national systems of innovation, small and medium enterprises, systemic innovation policies, Germany.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Percentual de empresas alemãs inovadoras em produtos e/o processos que concederam nenhuma importância a fonte de informação por tamanho. Seleção: atores acadêmicos, eventos e associações - setores: innovation core activities46

Tabela 2 - Percentual de empresas alemãs inovadoras em produtos e/o processos que concederam **nenhuma** importância a fonte de informação por tamanho. Seleção: empresas do mesmo grupo, fornecedores, clientes ou concorrentes - setores: innovation core activities47

Tabela 3 - Percentual de empresas alemãs inovadoras em produtos e/o processos por atividade inovativa e tamanho. Seleção: aquisição, modificações e P&D interno e externo - setores: innovation core activities49

Tabela 4 - Percentual de subvenção dos custos elegíveis de acordo com os critérios de enquadramento.....80

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Comparação entre critérios para definição de uma política de inovação como sistêmica	62
Quadro 2 - Enquadramento do Programas nos Critérios Definidos no Capítulo 2	91
Quadro 3 - Síntese de como a totalidade da política de inovação alemã descrita no capítulo 3 se verifica na lista critérios da seção 2.6.....	96

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Exportações de alta-tecnologia em bilhões de dólares (correntes) 69

Figura 2 - Divisão de projetos pela quantidade realizada..... 81

LISTA DE SIGLAS

BMBF- Bundesministerium für Bildung und Forschung

BMWi - Bundesministerium für Wirtschaft und Energie

C&T - Ciência e Tecnologia

CIS - European Community Innovation Survey

HTG - High-Tech Gründerfonds

HTS 2025 - High-Tech Strategie 2025

IB - Innovation Barometer

IGF - Industrielle Gemeinschaftsforschung

KMU - Kleine und Mittlere Unternehmen

OCDE - Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico

P&D - Pesquisa e Desenvolvimento

PINTEC - Pesquisa de Inovação

PMEs - Pequenas e Médias Empresas

SNI - Sistemas Nacionais de Inovação

SPRU - Science Policy Research Unit da Universidade de Sussex

ZIM - Zentrales Innovationsprogramm Mittelstand

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	11
CAPÍTULO I - REFERENCIAL TEÓRICO E METODOLÓGICO DE SISTEMAS DE INOVAÇÃO	14
1.1 Abordagem Neoschumpeteriana/Evolucionária.....	15
1.2 Modelos de Inovação	19
1.3 Sistemas Nacionais de Inovação	21
1.4 O Papel do Estado e a Configuração de uma Política de Inovação Sistêmica	30
CAPÍTULO II - PEQUENAS E MÉDIAS EMPRESAS E A INOVAÇÃO: EVIDÊNCIAS E IMPLICAÇÕES.....	39
2.1 Inovatividade nas Pequenas e Médias Empresas e Indicadores.....	40
2.2 A importância do P&D e de Fontes de Conhecimento	43
2.3 As Capacidades Internas para as PMEs.....	49
2.4 A Importância das Redes e da Dimensão Local.....	52
2.5 A Questão das Restrições Financeiras para PMEs.....	54
2.6 As Implicações para Políticas de PMEs	56
CAPÍTULO III - ANÁLISE DA POLÍTICA DE INOVAÇÃO NA ALEMANHA COM FOCO PARA PEQUENAS E MÉDIAS EMPRESAS.....	64
3.1 Contexto de Políticas.....	65
3.2 Programas Estratégicos: Die Neue High-Tech Strategie 2025 e outros	68
3.3 Rede de Institutos e Sociedades de Pesquisas na Alemanha.....	73
3.4 Infraestrutura de Difusão Tecnológica e Programas de Apoio.....	75
3.4.1 Testbeds e i4KMU	76
3.4.2 Mittelstand Digital.....	77
3.4.3 INNO-KOM	78
3.5 Fomento a P&D de PMEs com Incentivos a Participação Cooperativa ou em Rede de Empresas e/ou Institutos de Pesquisa.....	79
3.5.1 ZIM - Zentrales Innovationsprogramm Mittelstand	79
3.5.2 Industrielle Gemeinschaftsforschung (IGF) Industrieforschung für Unternehmen.....	82
3.5.3 KMU-NetC.....	83
3.5.4 KMU-innovativ	84
3.6 Programas Relacionados ao Investimento de Risco e Venture Capital.....	85
3.6.1 High-Tech Gründerfonds e outras iniciativas.....	85
3.6.2 INVEST – Subvenções a investidores anjos	86
3.6.3 EXIST – Start-ups com base em universidades	86
3.7 Incentivo a Regiões Estruturalmente Frágeis.....	87
3.7.1 REGION.innovativ	87
3.7.2 WIR! - Wandel durch Innovation in der Region	88
3.7.3 RUBIN – Regionale unternehmerische Bündnisse für Innovation	89

3.7.4 Go-Clusters	90
3.8 Avaliação Geral das Iniciativas	90
CONCLUSÃO.....	95
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	98
ANEXOS.....	111

INTRODUÇÃO

A inovação é considerada como essencial para o processo de desenvolvimento econômico (NELSON; WINTER, 1982; FREEMAN; SOETE, 1997; VERSPAGEN, 2004; FARGERBERG; SRHOLEC; VERSPAGEN, 2010). Recentemente, após o período de recessão iniciado em 2008, governos ao redor do mundo têm procurado promover novas agendas inovativas que integrem os desafios a serem enfrentados futuramente pelas populações de seus países com o crescimento econômico. Entre essas políticas, o apoio e o foco em Pequenas e Médias Empresas (PMEs) vêm tendo um lugar destacado (MATOS et al., 2019). As antigas políticas industriais estão sendo transformadas em “políticas de inovação”, não somente pelo estigma enfrentado pelas primeiras, mas também pela mudança de foco, instrumentos e concepções. Esses esforços são acompanhados de publicações que vêm tendo notoriedade e defendem um papel mais ativo do Estado para gerar inovações e desenvolvimento econômico, através de análises históricas dos casos nacionais de sucesso econômico. Dentre as publicações mais populares, notam-se a análise estruturalista de Chang (2004) e a proposta de renovação do pensamento sobre o papel do estado de Mazzucato (2013).

A partir dessas teorias e do reconhecimento do progresso técnico como central para o desenvolvimento, a abordagem de Sistemas Nacionais de Inovação (SNI) surgiu com a intenção de explicar as diferenças de desempenho constatadas entre os países. As principais contribuições da abordagem estão relacionadas com o papel que o sistema de cada nação, formado por diversos elementos em um ambiente complexo e integrado, tem na explicação desse avanço tecnológico traduzido em inovações. Do ponto de vista do processo inovativo, ele também é reconhecido como sistêmico e novas dimensões que afetam a sua dinâmica são incluídas, principalmente a partir da consideração do aprendizado e da interação como elementos centrais.

O reconhecimento da influência dos elementos e do processo inovativo como sistêmicos tem como consequência a consideração das especificidades relativas a esse conjunto. Partindo do debate sobre as considerações que indicam a abordagem do SNI sobre uma política de inovação sistêmica, pode-se delinear critérios amplos que definem tal política. Mezzadra (2018) analisou os principais autores desta abordagem, definindo aspectos que podem ser seguidos para definir uma política como sistêmica. Assim, este trabalho procura adaptar a contribuição de Mezzadra (2018) e agregar considerações mais específicas sobre o recorte das PMEs, a partir de estudos e evidências empíricas, com o objetivo de avaliar se uma política pode ser

qualificada como sistêmica ou não. Espera-se que essa contribuição possa ser usada para qualificar tal sistematicidade para diversos países.

A partir deste desenvolvimento de um referencial mais específico, procurou-se avaliar a sistematicidade da política inovativa da Alemanha. Para isso foram detalhados uma série de programas, estratégias e contextos, que em conjunto influenciam ou fazem parte da política de PMEs do país, com o objetivo de extrair insumos para a avaliação da sistematicidade da política. A escolha das políticas alemãs de inovação para PMEs foi feita devido à crescente importância dessas empresas, a relevância do país na implementação de políticas de inovação - que serve de referência para organizações em diferentes países, incluindo o Brasil (ABDI, 2017; MATOS et al., 2019). A escolha dessas políticas também segue como trajetória natural da necessidade de aprofundamento das descrições feitas, de forma reduzida, no relatório desenvolvido por Matos, Braga, Vasconcelos e Rocha (2019), que compara a política brasileira de inovação com as políticas de inovação em inúmeros países.

O período tratado (2016-2020) foi delimitado de acordo com duas questões: primeiro, o lançamento da estratégia principal da política alemã, em 2016, que serve de guia para outras políticas adotadas pelo país e que está em vigor atualmente; segundo, o período curto facilita na delimitação de tarefas propostas, já que a análise dos critérios que demonstrariam a sistematicidade da política requer a consideração de uma grande quantidade de contextos, documentos, programas e ações. Nesse sentido, os programas apresentados foram delimitados por serem desenvolvidos pelos ministérios Ministério da Economia e Energia (BMWi) e pelo Ministério da Educação e da Pesquisa (BMBF), os dois principais executores da política de inovação alemã.

Portanto, cabe explicitar a pergunta de pesquisa que orienta a análise e o objetivo que desta se desdobra. A pergunta de pesquisa é: “Em que medida a política alemã de inovação focada em PMEs pode ser considerada sistêmica?”. O objetivo dessa monografia será descrever a política de inovação alemã com foco nas PMEs, e avaliar em que medida essas políticas são consideradas sistêmicas a partir do referencial desenvolvido com base na literatura do SNI. A hipótese inicial é que essa política alemã apresenta pelo menos algum grau de sistematicidade, já que o país foi, historicamente, um dos que inspiraram o desenvolvimento da literatura do SNI (FREEMAN, 1982).

Esta monografia está estruturada em três capítulos, além da introdução e das considerações finais. No primeiro capítulo apresenta-se o referencial teórico e metodológico do SNI. No segundo, são discutidas as particularidades das PMEs e aportadas contribuições para o instrumento de análise. No capítulo três é realizado um estudo da política inovativa alemã à luz do referencial analítico construído no capítulo dois. Nas considerações finais são discutidas as conclusões e perspectivas deste trabalho.

CAPÍTULO I - REFERENCIAL TEÓRICO E METODOLÓGICO DE SISTEMAS DE INOVAÇÃO

A relevância da abordagem dos Sistemas Nacionais de Inovação (SNI) está conectada com a sua capacidade de considerar dimensões relegadas pelo *mainstream* econômico, tendo uma perspectiva verdadeiramente sistêmica dos esforços para a inovação e desenvolvimento dos países. A abordagem tem origens na análise neoschumpeteriana (ou evolucionária/evolucionista), que procurou reviver a teoria do desenvolvimento e da concorrência de Schumpeter.

Conectando a discussão - muitas vezes no contexto empresarial - sobre inovação com a abordagem neoschumpeteriana, é essencial entender os principais modelos de inovação e a evolução do pensamento sobre o assunto. Além desses modelos, algumas evidências empíricas foram apontando a necessidade de se rever as formas de pensar a inovação, que foram desenvolvidas de forma mais ou menos simultânea ao desenvolvimento da abordagem do SNI. Elas fornecem alguns *insights* sobre o que foi desenvolvido para o SNI.

Do ponto de vista histórico, os autores principais do SNI começaram a visualizar o desenvolvimento econômico como consequência do progresso técnico, como visto por algumas outras teorias e que também foi uma das consequências da abordagem neoschumpeteriana. Assim, no SNI, o sistema é influenciado por diversos fatores e atores que serão tratados neste capítulo. Assim a partir do reconhecimento da inovação como responsável pelo desenvolvimento dos países, passou-se a estudar a inovação e as dinâmicas que envolvem o processo inovativo, mais notadamente o aprendizado e a construção de capacidades. Dessa forma, foi-se elaborando sobre os elementos constituintes do sistema e a forma com que eles afetam a inovação, considerando as interdependências e as interrelações.

Já do ponto de vista da política pública, a abordagem ganhou notoriedade, mas muitas vezes o seu uso foi desvirtuado. Assim, é necessário discutir quais são as principais implicações e as formas de se conceber e analisar a sistematicidade de uma política.

1.1 Abordagem Neoschumpeteriana/Evolucionária¹

Na história do pensamento econômico, Joseph Schumpeter é considerado o pensador pioneiro mais importante e influente em relação à centralidade do processo de inovação como gerador do progresso econômico, com inúmeros trabalhos influentes, mais notadamente a "Teoria do Desenvolvimento Econômico" lançado em 1911 (SCHUMPETER, 1997) e "Capitalismo, Socialismo e Democracia" lançado em 1942 (SCHUMPETER, 1961). Na visão de Nelson e Winter (2002), enquanto a teoria clássica e neoclássica focara em explicar como a economia era coordenada sem um planejador central e como os preços dos produtos, insumos e trabalho eram formados, a teoria de Schumpeter se concentrava em explicar o desenvolvimento e o progresso.

Para explicar o progresso econômico, como delineado por Possas (2013), Schumpeter desenvolveu uma teoria da concorrência na qual as empresas estão conscientemente buscando vantagens competitivas por meio da diferenciação que possibilitariam a obtenção de lucros de monopólio. Aqui, as estratégias empresariais, explorando as oportunidades econômicas, geram uma diversidade de soluções e de configurações produtivas. Dessa forma, essas mudanças são consideradas endógenas ao modelo. Se no modelo clássico e neoclássico a concorrência de mercado, aliada à livre entrada e à mobilidade de capitais, faria com que os preços e taxas de lucro chegassem ao equilíbrio, em uma espécie de ajuste automático, na concorrência schumpeteriana não existiriam as noções de equilíbrio e de ajustes automáticos, mas seria no mercado onde aconteceria a concorrência e a interação competitiva (POSSAS, 2013).

Neste ambiente de mercado, as firmas utilizam suas estratégias e vão realizando inovações,² incluindo imitações, de diversos tipos para solucionar problemas econômicos. Elas, por sua vez, impulsionam o desenvolvimento econômico, implicando reformulações da produção e mais inovações, onde a geração de renovações produtivas ficou conhecido como o processo de *destruição criativa* (NELSON; WINTER, 2002). Retomando o pensamento de Schumpeter, o livro desenvolvido por Richard Nelson e Sidney Winter, *An Evolutionary Perspective of Economic Change*, de 1982, é um marco no desenvolvimento de um modelo

¹ Neste trabalho, a denominação de evolucionária é sinônimo de neoschumpeterianos.

² As inovações são definidas no Manual de Economia Industrial como: "quaisquer mudanças no "espaço econômico" no qual operam as empresas, sejam elas mudanças nos produtos, nos processos produtivos, nas fontes de matérias-primas, nas formas de organização produtiva, ou nos próprios mercados, inclusive em termos geográficos." (POSSAS, 2013, p. 246).

formal neoschumpeteriano para a microeconomia, e ficou conhecido como teoria evolucionária. Este é o modelo que será abordado nesta seção.

Em relação ao comportamento das firmas no modelo evolucionário, de forma geral assume-se que as firmas agem sob racionalidade limitada, como introduzido por Simon (1955), ao contrário do *mainstream* econômico que considera a racionalidade perfeita. Uma das consequências disso é a grande dificuldade das firmas em fazerem previsões econômicas (NELSON; WINTER, 2002). Além disso, as firmas são definidas, com inspiração Penrosiana (PENROSE, 2009), por uma composição de seus recursos, incluindo habilidades e estratégias, em que suas possíveis combinações são determinantes para a superação dos desafios econômicos. Aqui também existe um paralelo à parte da abordagem histórica proposta por Chandler (1994), que enfatiza o papel do *path dependence* e das estratégias empresariais (que muitas vezes são o motor das inovações), sendo as firmas definidas por suas trajetórias específicas e pelos seus contextos históricos, dos quais provêm suas experiências. As firmas, através dos recursos disponíveis, apresentam rotinas organizacionais que podem ser desenvolvidas através da experimentação e do aprendizado. As rotinas, neste modelo, seriam transmitidas no tempo, o que implicaria a existência de trajetórias contínuas de comportamento, especialmente quando existem custos e dificuldades para o aperfeiçoamento ou o aprendizado de novas rotinas, e também para adquirir informações e conhecimentos (dada a presença de informações assimétricas) (NELSON; WINTER, 2002).

Em relação a isso, vale aqui ressaltar um ponto: as inovações produzidas podem ser consideradas mudanças cumulativas, dentro de uma mesma trajetória tecnológica, ou mudanças disruptivas, quando ocorrem inovações radicais que mudam completamente a tecnologia (ROSENBERG, 1976; DOSI, 1982). É importante ressaltar que após uma inovação radical não existe ajuste previsto, através da imitação, que leve a um equilíbrio de preços e taxas. Uma das consequências dessas mudanças através da inovação é a criação de uma variedade de soluções e configurações produtivas, o que inclui mudanças das próprias estruturas de mercado, endógenas ao modelo (POSSAS, 2013).

O processo de desenvolvimento na economia capitalista seria inerentemente aquele no qual predomina o desequilíbrio, já que os arranjos anteriores seriam desfeitos pelas inovações. Assim, de acordo com Possas (2013), a economia funcionaria de forma dinâmica, na qual a inovação seria o motor da evolução econômica. Posteriormente, de acordo com Nelson e Winter

(2002), os teóricos neoschumpeterianos consideraram esse processo como seletivo,³ no qual as firmas fazem parte de um ambiente dinâmico do mercado que pode sofrer mudanças endógenas e exógenas inesperadas, e aquelas que melhor se adaptarem continuamente a essas mudanças são as que têm maior sucesso no mercado ao longo da história.

A concorrência schumpeteriana caracterizada por inovações, que também são mudanças, tem um caráter de difícil previsão mesmo considerando a existência de *path dependence*, já que as próprias inovações têm uma imprevisibilidade intrínseca, especialmente quando são definidas por uma tecnologia radicalmente nova (NELSON; WINTER, 2002). Assim, as trajetórias - assumindo os pressupostos da racionalidade limitada - não podem ser fatoradas nos cálculos de otimização ou nas expectativas dos agentes econômicos de forma satisfatória, assim como o modelo não prevê a existência de *equilíbrio* ou na chegada a um estado ideal (POSSAS, 2013).

A característica da concorrência schumpeteriana como um processo dinâmico, onde as firmas visam se diferenciar através de inovações para adquirir "ganhos monopolistas", seria suficiente para superar um dos supostos problemas da teoria,⁴ que seria a destruição da concorrência através de monopólios, mesmo que estes não sejam uma consequência automática e, quando estabelecidos, sejam temporários. Isso acontece porque os "ganhos monopolistas", podem ser considerados como o objetivo e, às vezes, o resultado do processo competitivo, fazendo parte do processo de concorrência e não da sua destruição (POSSAS, 2013). Assim, organizações de mercado monopolizadas não seriam necessariamente anti-concorrência schumpeteriana, principalmente quando as firmas com poder elevado de mercado podem ser grandes inovadoras.

Mesmo assim, existe a possibilidade de que a consolidação de algumas firmas, através de uma tecnologia que lhes dê uma vantagem competitiva muito forte, eliminem os competidores em uma indústria e tornem-se um monopólio dominante nela. Porém, a dinâmica da concorrência e da inovação no mercado são afetadas por uma diversidade de fatores,⁵ especialmente relacionados ao conhecimento e tecnologia, assim os monopólios podem ser

³ Pela característica da seleção dessa variedade de soluções, esses teóricos fazem parte da chamada corrente evolucionária, trazendo alguns paralelos com o processo de seleção natural descrito por Darwin para a biologia, no qual, através das mutações, as espécies se adaptam às adversidades do ambiente e evoluem.

⁴ Especialmente para aqueles que têm uma visão neoclássica da concorrência

⁵ Que serão tratados na seção 1.3.

desafiados através de mudanças via tecnologias presentes em outras indústrias (NELSON; WINTER, 2002).

Assim, contrariamente aos teóricos do equilíbrio econômico da década de 50, como Solow, que vislumbravam a dinâmica do crescimento econômico como formada por um equilíbrio contínuo e baseado em pressupostos simples, Schumpeter viu a dinâmica capitalista como um processo instável e dinâmico (NELSON; WINTER, 2002). Desta forma, os teóricos da corrente evolucionária consideram que as respostas das firmas às mudanças viriam através do aprendizado e da experimentação (tentativa e erro). Isso, por si só, traria instabilidade e mudanças ao sistema, uma vez que a experimentação inerentemente contém erros e soluções imperfeitas. Tais mudanças estariam inseridas em um mundo mais complexo do que o considerado por economistas neoclássicos.

De acordo com Nelson e Winter (2002), no modelo evolucionário, o comportamento das firmas é definido por rotinas organizacionais (o equivalente da firma às habilidades individuais das pessoas) que são normalmente aprendidas através de comportamentos adotados anteriormente, ou seja, a partir da experiência, o que resulta numa continuidade comportamental. Porém, as firmas - caracterizadas pelos seus recursos e trajetórias particulares e pelas limitações à sua racionalidade e das informações que dispõem - têm uma heterogeneidade de respostas para as possíveis soluções dos desafios econômicos, nas quais as respostas bem sucedidas alteram as rotinas de forma cumulativa ou disruptiva, desenhando o caminho da economia. Essa variedade seria um dos motores do desenvolvimento e possibilitaria que os desafios econômicos fossem superados e a economia evoluísse através da seleção das soluções no ambiente do mercado. Aqui, e principalmente no "modelo" usado pelos Sistemas Nacionais de Inovação (SNI) explorado adiante, a análise não é restrita ao ambiente de mercado. As instituições, organizações e outras estruturas podem afetar ou influenciar as trajetórias tecnológicas, as decisões empresariais, a distribuição de preços e as participações no mercado. Isto é, tudo que pode afetar a concorrência pode ser endogenizado ao modelo.

Em suma, o ponto central do argumento é que a concorrência schumpeteriana é um processo dinâmico marcado pela presença da inovação, que não prevê equilíbrios, mas que constrói trajetórias no tempo, notadamente *path dependent*. A inovação seria o motor da evolução econômica, sendo um dos principais fatores que explicam o desenvolvimento econômico. Para Nelson e Winter (2002), a partir da década de 1960 e 1970 o foco para a explicação desse desenvolvimento passou a ser o avanço tecnológico. Nessa época, eles

propuseram que o avanço tecnológico ocorreria através de um processo com semelhanças ao evolucionário, assim como alguns autores que serão vistos na seção 1.3.

As inovações teriam como consequência o progresso técnico - ou o avanço tecnológico - e econômico, que por sua vez geraria o crescimento econômico. Assim, elas têm um papel central no debate econômico e para entendê-las melhor seus modelos serão tratados na próxima seção.

1.2 Modelos de Inovação

A inovação seria a forma concreta das firmas superarem os seus desafios econômicos, então a proposta desta seção é descrever a evolução da visão dos economistas sobre a inovação do ponto de vista histórico, visitando os modelos e as consequências de evidências empíricas que foram marcantes para a chegada numa abordagem sistêmica da inovação.

Descrevendo o ponto de vista histórico do pensamento de Schumpeter sobre sua visão sobre a inovação, Cassiolato e Lastres (2005) relatam que na época dos trabalhos iniciais de Schumpeter (Marco 1),⁶ a inovação era vista de forma restrita, e era atribuída a um inventor ou empreendedor agindo individualmente. De acordo com Cassiolato e Lastres (2005), a segunda visão microeconômica da inovação, predominante até a década de 60 e congruente com as ideias dos trabalhos posteriores de Schumpeter (Marco 2), era de que a inovação ocorre seguindo uma sequência de atividades que resultaria em uma inovação. Na parte inicial deste processo existiria a pesquisa básica, em seguida a aplicada, depois desenvolver-se-ia o produto ou processo que seria implementado na produção e posteriormente ocorreria a difusão.

De acordo com essa corrente da literatura de inovação, o processo inovativo ocorreria de forma linear, normalmente realizado por uma empresa grande, sendo a pesquisa básica realizada por um departamento de P&D, uma universidade ou o governo, através de laboratórios. Essa versão, que considerava a inovação como um processo linear, ficou conhecida como *Science Push* ou *Technology Push* (CASSIOLATO; LASTRES, 2005).

Outra versão importante ficou conhecida como *demand pull*, apresentada principalmente por Schmookler (1966). Seguindo a visão linear, o autor constatou, através de pesquisas empíricas, que indústrias maiores seriam mais inovadoras do que indústrias menores,

⁶ Ver mais em Malerba e Orsenigo (1995).

porque suas maiores demandas exigiriam mais investimentos em inovações. Nesse caso, o nível de inovação era medido pela quantidade de patentes, comprovado pelas indústrias com maiores vendas ou *market share* terem mais patentes que seus concorrentes. Em relação ao modelo anterior, a introdução de uma avaliação prévia de mercado definiria onde deveria ocorrer esse esforço para atender a demanda de mercado, por isso o nome *demand pull*, mesmo assim o processo ainda era visto de uma forma linear.

Outras formas de ver a inovação foram trazidas por evidências empíricas que proveram novas impressões sobre o processo inovativo, sendo posteriormente utilizadas por teorias de inspiração neoschumpeterianas, como a própria teoria do Sistema Nacional de Inovação (SNI). Cassiolato e Lastres (2005) relatam que as ideias que nortearam o surgimento de abordagem de SNI foram sendo desenvolvidas com projetos empíricos como o Projeto SAPPHO, na década de 70, que visava entender as características das inovações de sucesso dentro das empresas, e posteriormente o Yale Innovation Survey (YIS), na década de 80, realizado por economistas de Yale, incluindo Richard Nelson, que estudou departamentos de P&D de empresas.

O Projeto SAPPHO 2.0, desenvolvido pela Science Policy Research Unit (SPRU) da Universidade de Sussex, reconhecia a inovação como um processo com múltiplas funções. O projeto procurou encontrar fatores comuns para inovações consideradas exitosas. Os resultados indicaram algumas características comuns aos atores inovadores que tiveram mais sucesso, como a compreensão das necessidades do usuário dos seus produtos/serviços, o que significava que os departamentos de P&D deveriam entender as condições onde seriam inseridas a inovação. Outra característica comum era uma boa comunicação intrafirma, por exemplo, entre o setor de marketing e o de P&D, para que o último entendesse da necessidade dos usuários. A atenção a desenvolvimentos no ambiente exterior a firma, como novidades por parte de competidores e fornecedores; e a presença de uma chefia com entusiasmo e autoridade suficiente para servir de ponte para a cooperação entre os setores que integram o processo inovativo dentro da firma (ROTHWELL et al., 1974).

Estas características já indicavam a importância da interação entre os atores dentro e fora de uma empresa, tanto com os consumidores como com fornecedores e competidores. Assim, as fontes externas à firma de informação e conhecimento também podem ser consideradas essenciais. O estudo preconizava uma visão mais complexa do processo inovativo do que nos modelos que definiam a inovação como um processo linear, considerando outras dimensões que influenciam a inovação.

De acordo com Szapiro, Matos e Cassiolato (2017), a YIS coletou dados de gerentes de firmas americanas e buscou entender a importância das estratégias das firmas para a inovação de produtos e processos. O levantamento evidenciou a importância do uso de fontes externas de informação, por meio da engenharia reversa, por exemplo, e do P&D para a construção de capacidades internas e a inovação. O levantamento também atribuiu destaque para as transferências de informações e conhecimentos através das relações entre firmas na mesma cadeia produtiva, sendo o sucesso dessas relações dependentes do setor científico, tipo de inovação e natureza dessas relações. Em relação às universidades, elas foram consideradas importantes para a apropriação de conhecimentos externos à firma, porém em menor grau.

Outra contribuição importante foi o modelo de elo de cadeia (*chain-linked model*) desenvolvido em Kline e Rosenberg (1986). Segundo Szapiro et al. (2017), em outros trabalhos, Rosenberg havia avaliado historicamente a evolução de tecnológica de diversos setores, procurando os fatores que poderiam determinar o progresso das tecnologias. Esse modelo trouxe como novidade os chamados *post-innovation improvements*, que seriam os melhoramentos necessários após a realização da inovação e essenciais para a maioria das inovações realizadas. Esses melhoramentos não requereriam novos conhecimentos através de pesquisa e desenvolvimento e os aprendizados que o tornariam possíveis seriam realizados através de *feedbacks* em *looping* entre pesquisa, produção, desenvolvimento e *marketing*, além de interação com fontes internas e externas de conhecimento, rejeitando assim a linearidade dos modelos de inovação descritos anteriormente.

De acordo com Cassiolato e Lastres (2005), os desenvolvimentos subsequentes da literatura tiveram como resultado uma nova visão sobre a inovação: "A inovação passou a ser vista não como um ato isolado, mas sim como um processo de aprendizado não-linear, cumulativo, específico da localidade e conformado institucionalmente" (p. 35). A seguir, se esclarece as principais linhas dessa corrente da literatura sobre inovação baseada na visão sistêmica.

1.3 Sistemas Nacionais de Inovação

Se por um lado já existiam estudos empíricos que questionavam o *mainstream* econômico e a forma de ver a inovação, a performance dos países nas décadas de 70 e 80 levantou dúvidas nos economistas. A discrepância entre o crescimento de países asiáticos e as previsões dos modelos tradicionais gerou questionamentos à teoria e acabou sendo o centro da

crítica por parte dos autores na linha dos Sistemas Nacionais de Inovação. Influenciado por pressupostos neoschumpeterianos, o foco da abordagem estava na explicação da performance através do progresso técnico, o qual consideravam como induzido a partir de inovações nas firmas e com parceria (ou mesmo protagonismo) dos Estados (NELSON, 1992).

Seria necessário, então, estudar as capacidades econômicas que explicariam as inovações e conseqüentemente o desempenho econômico. Essas capacidades seriam moldadas pelos comportamentos, atividades, e ações das instituições e organizações dentro das nações. Abriu-se espaço para investigar como as dinâmicas dos países e suas instituições específicas poderiam ser usadas para descrever suas performances, ou seja, como essas instituições nacionais poderiam afetar o desenvolvimento econômico. É a partir da década de 80 que uma nova literatura econômica que aborda esses pontos, a dos Sistemas Nacionais de Inovação, veio ganhando força na academia e nos órgãos propositores de política, criticando as visões que então começavam a entrar no *mainstream* econômico e as discrepâncias entre as previsões do *mainstream* e o real desempenho de economias nacionais (CASSIOLATO; LASTRES, 2005).

Em um trabalho pioneiro escrito em 1982, mas publicado em 2002, sobre o desempenho dos países no comércio internacional, Christopher Freeman explorou a oportunidade trazida pela demonstração do Paradoxo de Leontief⁷ que encadeou novas explicações sobre a especialização no comércio internacional. Uma delas foi a indicação de um *technology gap*, ou seja, a liderança tecnológica e as formas de mantê-las como uma explicação razoável para a especialização e padrões comerciais, o que foi confirmado por evidências empíricas para alguns setores. A tecnologia poderia ser a explicação para os padrões comerciais no mundo. A partir desse ponto, o objetivo de Freeman se tornou explicar como os países chegaram no seu nível tecnológico ou o que justificava a performance tecnológica destes países. Para isto, ele explorou historicamente como a liderança tecnológica foi alcançada pela Alemanha e Japão, através da influência positiva dos sistemas educacionais, da importância do "capital mental",⁸ da cooperação entre indústria e governo com pensamento de longo prazo, e foco em desenvolvimento e melhoramento de tecnologias ignorando as supostas vantagens comparativas para a construção de vantagens absolutas.⁹ A conclusão foi que esses países

⁷ Leontief mostrou que os preços relativos de capital e trabalho para os Estados Unidos não satisfaziam o Teorema de Heckscher-Ohlin, e não poderiam explicar o padrão de especialização internacional deste país apenas usando esses termos.

⁸ O estudo é inspirado em Friedrich List e atribui a ele o pioneirismo das ideias adotadas por esses países.

⁹ No sentido de ser o melhor ou muito bom em vários setores.

focaram em políticas muito além do tradicional protecionismo industrial, dando ênfase especial a tecnologia e conhecimento, resultando em uma forte dinâmica inovativa e no *overtaking* dos países líderes (FREEMAN, 1982).

Para entender melhor a origem da ideia do SNI, Freeman (1995) faz alusão ao alemão Friedrich List, considerando-o como precursor do SNI a partir das ideias apresentadas no livro “O Sistema Nacional de Economia Política”, de 1841. No livro, o economista alemão defendeu uma política para o desenvolvimento da nascente (à época) indústria alemã, não só de caráter protecionista, mas que necessitava considerar novas dimensões importantes, como o desenvolvimento da ciência e as invenções, o ensino e treinamento técnico e a importação de tecnologias estrangeiras realizando engenharia reversa. Mais especificamente, List também defende a atração de técnicos ingleses (os mais qualificados na época) para as escolas alemãs, para que pudessem transmitir o estado da arte da indústria têxtil para os técnicos alemães. Tais considerações acerca da necessidade do desenvolvimento científico e tecnológico - caracterizado por List como capital "mental" -, aliado a políticas protecionistas, políticas para promoção do ensino e aprendizado - através da interação com profissionais qualificados -, e transferência tecnológica através de táticas como a engenharia reversa, eram presentes no seu pensamento econômico e já traziam alguns conceitos posteriormente usados pela literatura do SNI.

As várias instituições, organizações e atividades descritas por List poderiam influenciar na construção de competências para um eventual *catching-up* econômico e tecnológico da Alemanha com a potência dominante na época, o Reino Unido, sendo necessária a interação entre indivíduos e firmas entre si, e entre as fontes formais do conhecimento, além da necessidade do estabelecimento das condições necessárias de competitividade (política protecionista) para o florescimento da indústria que ele defendia. Em seu ensaio de 1982, o argumento de Freeman era que tanto a Alemanha, quanto o Japão, usaram desse *framework* de políticas para chegar em um estágio avançado de desenvolvimento tecnológico.

Em uma outra análise, mais consolidada e detalhada, do desempenho econômico da indústria japonesa, Freeman (1987) argumentou que o bom desempenho desse país pôde ser atribuído ao seu *sistema nacional de inovação*, definido por vários fatores, como a educação, a política industrial e de C&T, a estrutura da indústria e o sistema tributário, entre outros. Além disso, o desempenho japonês pôde ser explicado sobretudo pelo planejamento estratégico do Ministério da Indústria e do Comércio Internacional (MITI), pela cooperação entre firmas e

clubes de pesquisa, e pela integração entre os processos produtivos, de design e de pesquisa, tanto dentro das empresas quanto dentro dos grupos econômicos, chamados de *keiretsu*. A cooperação entre as indústrias e sua conexão com a infraestrutura de ciência e tecnologia (C&T), convergem com uma visão do sucesso inovativo ligado com a evidência empírica da necessidade da interação com fontes de informação e conhecimento internas e externas às firmas.

De forma geral, o desenvolvimento econômico e a inovação foram considerados por Freeman como resultados da atividade interconectada de todas as instituições, firmas, organizações e outros atores que influenciam de alguma forma as inovações, o processo produtivo e a difusão da inovação. Ou seja, a literatura do SNI procura entender a performance inovativa e o desempenho econômico como um processo sistêmico, no qual as instituições e atores afetam de forma interdependente a trajetória e o resultado.

Tendo como ponto de vista o sistema científico e tecnológico dos países, em conjunto com as influências das instituições e as condições nacionais existentes, no início do uso dos conceitos do SNI, Nelson (1993) organizou um livro no qual realizou uma análise comparativa entre 15 países. Ele resume o espírito dos autores no livro:

There clearly is a new spirit of what might be called 'techno-nationalism' in the air, combining a strong belief that the technological capabilities of a nation's firms are a key source of their competitive performance, with the belief that these capabilities are in a sense national, and can be built by national action. (NELSON, 1992, p. 348).

A ideia era estudar como as capacidades tecnológicas de cada país poderiam ser influenciadas, especialmente pela ação dos governos nacionais, para induzir um melhor desempenho econômico. Essas capacidades poderiam ser construídas através das inovações, que eram idealizadas por alguns como aquelas radicais e/ou na fronteira tecnológica mundial. Porém, já existia um maior consenso em considerar a inovação como qualquer introdução de um novo processo ou produto relativo a uma firma, e não somente como criadora de novos produtos ou processos de escala nacional ou internacional, não relegando a análise das firmas na fronteira tecnológica e produtiva (NELSON, 1992). Esse consenso seguia a ideia da inovação como resolução de desafios econômicos das empresas, como descrito na teoria evolucionária.

Na revisão de 1992 sobre o estudo comparativo, Nelson comenta um pouco sobre as diferenças de três importantes fatores para pôr-se em perspectiva na análise: a renda dos países, a diferença entre setores e o tamanho das firmas. Nos países de alta renda, manter-se competitivo e garantir a liderança tecnológica pode significar vir de inovações inéditas, o que pode ser altamente dependente de investimentos tradicionais de P&D. Essa acepção voltada para os países de alta renda, levando em consideração apenas a tradicional estrutura de P&D das firmas, universidades e laboratórios, ficou conhecida como visão restrita do SNI, enquanto outros usaram uma acepção que ficou conhecida como visão ampla, que levava em conta uma diversidade maior de fatores. Apesar de distintas, ambas compartilhavam a visão da necessidade e objetivo de estudar os fatores que explicariam a performance econômica dos países que não se adequavam aos modelos à época (CASSIOLATO; MATOS; LASTRES, 2014).

Um contraexemplo famoso ao uso da visão restrita, presente no mesmo livro, e que serviu de base para a criação de novas hipóteses é o da Dinamarca. Em uma comparação entre os sistemas nacionais de inovação da Suécia e da Dinamarca, Edquist e Lundvall (1993) mostraram que o primeiro país se encaixava nessa primeira definição sobre os países de alta renda, onde o sistema se apoiava na estrutura tradicional de ciência e tecnologia. Enquanto o último, um país similar do ponto de vista cultural e igualmente rico, era altamente inovativo em consequência de fortes conexões com fornecedores, e não de grandes pesquisas realizadas através da estrutura tradicional de C&T.¹⁰

Em relação à diferença de atividades produtivas e tecnologias, as especificidades são essenciais e existem alguns pontos a serem realçados. Por conta das diferenças inerentes às tecnologias requeridas por distintas atividades produtivas, assim como a diversidade de estruturas produtivas, eles podem requerer um alto investimento em P&D, enquanto outros podem requerer outras dinâmicas de aprendizado, necessitando de outro tipo de relação com os consumidores ou fornecedores, por exemplo. Assim sendo, de acordo com Nelson 1992, uma das possíveis conclusões seria que em determinados setores de alta tecnologia, a estrutura tradicional de C&T e os investimentos pesados em P&D podem ser essenciais, enquanto outros

¹⁰ Para ver uma perspectiva sobre a análise e usabilidade do conceito do ponto de vista latino-americano, ver Arocena e Sutz (2000).

setores podem depender mais da virtuosidade das relações entre as pessoas e organizações permeada pelas instituições.¹¹

No âmbito de uma visão mais ampla, além de Freeman, a contribuição de Lundvall é de extrema importância e está relacionada com a forma de construção do conhecimento, considerando a ligação entre o aprendizado e a inovação como essencial para a análise do processo inovativo.

Lundvall (1988) faz um ensaio sobre a relação "*user-producer*" da inovação, levando aspectos deste assunto à outras teorias tradicionais como a da firma neoclássica e da teoria de custos transacionais. Para ele, existem inconsistências quando se introduz inovações aos modelos, especialmente de produto, já que ambas teorias desconsideram algumas dimensões do processo inovativo. O ponto de partida está direcionado para a relação entre produtores e usuários, como a necessidade de troca de informação, relações de confiança e cooperação, dado necessidades mercadológicas e competitivas apresentadas pelos produtores ou necessidades de aprendizado mínimo para o usuário do produto, por exemplo. Essa relação produtor-usuário¹² pode ser usada não só para firmas que vendem produtos e como para outras que usam esses mesmos produtos, mas também para o uso de produtos por consumidores.

Lundvall exemplifica que se existe a necessidade de troca de informação e interações entre os usuários e os produtores para a realização do processo inovativo de forma satisfatória, isso implica em custos para a transmissão dessas informações e a criação de códigos que requerem aprendizado a ser realizado ao longo do tempo e podem ser aperfeiçoados a partir da interação. Ela, incluindo a cooperação, implica em relações no processo inovativo que requerem confiança, por exemplo a configuração de poder entre usuário e produtor implica em uma confiança mínima da parte mais fraca com a mais forte. Lundvall (1988, 1985) mostra que essas relações entre produtores e usuários são facilitadas pela experiência anterior das partes, incluindo relações pré-existentes que requerem tempo para ser construídas, pela proximidade cultural e até mesmo geográfica (essas relações poderiam ser interpretadas como "capital social"). Outros autores, como Freeman e Nelson, atribuíam o foco na dimensão nacional à relação entre as políticas empenhadas pelos estados nacionais e o desempenho econômico,

¹¹ No contexto de uma política de inovação, uma determinada indústria ou base tecnológica poderia ser identificada como detentora de informações e conhecimentos úteis, que poderiam ser usados por outros. Um exemplo óbvio disso seriam técnicas administrativas (uma tecnologia).

¹² Em Lundvall (1985), argumenta-se que essa relação pode ser aplicada para universidades (produtoras) que fazem ciência básica ou aplicada e firmas (usuárias).

enquanto a justificativa de Lundvall estava fundamentada na facilitação das relações através da proximidade cultural e geográfica. Agregando esses dois raciocínios, as capacidades inovativas teriam uma natureza notadamente nacional.

Um argumento que procura ofuscar a questão nacional é que supostamente esse enfoque seria desconectado das mudanças trazidas pela globalização (SZAPIRO et al., 2017). Para Storper (1995), mesmo em empresas altamente integradas globalmente, inclusive com redes internacionais de pesquisa, o desenvolvimento tecnológico fica baseado nos seus países de origem, como demonstrado em Patel e Pavitt (1991). Isto reforça a influência da esfera nacional, marcada pelos elementos do sistema nacional de inovação.

Storper (1995) mostra que, além do desenvolvimento tecnológico, as capacidades e tecnologias específicas estão centradas em regiões internas dos países, através de concentrações produtivas limitadas geograficamente e que, por muitas vezes, se especializam em determinada tecnologia. Assim, as redes de desenvolvimento tecnológico, mesmo as baseadas em multinacionais e conectadas ao exterior, estão enraizadas regionalmente. Elas fazem uso da especialização regional e são influenciadas pelos sistemas produtivos e inovativos locais embutidos nos sistemas nacionais de inovação. Esse enraizamento é potencializado principalmente por interações diretas (ao estilo *user-producer*), indiretas - e.g., mercado de trabalho - e convenções sociais enraizadas localmente/regionalmente, o que significa que as características regionais e locais têm um papel importante.

Lastres et al. (1999) apontam que diversas dimensões são importantes para os sistemas nacionais de inovação, já que a discussão abarca o estudo das distintas configurações dos elementos, influenciadas por dimensões históricas, linguísticas e culturais. A análise que enfatiza os contextos locais de Cassiolato e Lastres (2005) mostra que a abordagem de sistemas de inovação reforça a ideia de que o aprendizado e a inovação têm um caráter localizado. Isso se dá através do reconhecimento do aprendizado como um processo inovativo entre diversos atores, que requer relações caracterizadas por diversas dimensões: histórica, cultural, social, etc., que são marcadamente definidas pelo local e pela presença do conhecimento tácito, também definido localmente e que tem uma dificuldade implícita em ser transmitido de forma codificada. Os autores argumentam que o processo de aprendizado do conhecimento codificado não é simplório, assim como a implementação de inovações ligadas a ele, necessitando, de muitos conhecimentos prévios.

A nova fundamentação microeconômica trazida por Lundvall (1988, 1985) consegue conciliar-se com resultados empíricos sobre o processo inovativo, como o Projeto SAPPHO 2.0 e a YIS, que mostravam a importância das relações e interações com atores externos à firma, sendo mais condizentes com esses resultados. Com a introdução do aprendizado interativo, a teoria acaba mudando a forma de ver o processo inovativo, visto anteriormente como a partir de fases e com foco nos departamentos de P&D. O "modelo" de Lundvall, focado nas perspectivas microeconômicas do processo inovativo, tem uma visão similar à evolucionária, levando em conta questões relativas às trajetórias e ao processo das inovações. Ele também pressupõe o processo inovativo como sendo um processo dinâmico e cumulativo, no qual a criação de novos processos, produtos, técnicas e tecnologias abre caminho para novas combinações produtivas, que dependem do aprendizado para alcançar a inovação.

Em sua visão mais consolidada do conceito, o economista sueco, considera que o aprendizado seria um processo de construção de competências e de capacidades adaptativas geradoras de conhecimento, sendo edificante para a inovação. Lundvall (2010) coloca que a inovação ocorre não só como resultado da educação e pesquisa científica tradicional - mais conectada tanto com a visão restrita dos sistemas de inovação e da visão linear da inovação, denominada *learning by searching* por exemplo em Johnson (1992)-, mas também através de um processo interativo relacionado às indicações dos trabalhos empíricos, como o aprendizado através da experimentação no processo produtivo (parecido com o proposto pelos evolucionários) e através da interação com fornecedores, consumidores, as instituições e organizações do sistema de inovação. Assim, tem-se uma visão mais consolidada do aprendizado e do conhecimento, levando em consideração diversas formas de aprendizado, com especial ênfase para a interação com fontes internas e externas, e em interdependências e *feedbacks* com os agentes que de alguma forma influenciam o processo. Neste caso, o aprendizado se categoriza em: a) *learning by doing*, que está conectada com o adquirido a partir do ato de fazer uma ação e ao ocorrido a partir da produção ou do ambiente produtivo em si; b) *learning by interacting*, que considera a interação entre produtores e usuários e, também, entre a firma e os governos, fornecedores, consumidores, institutos de pesquisa, universidades etc.; c) *learning by using*, relacionado ao uso dos produtos, máquinas e equipamentos (LUNDVALL, 2010).

Sob a ótica de Lundvall, o aprendizado teria um grande papel na inovação, apresentando um caráter praticamente condicional à sua existência. Uma implicação dessa visão é o reconhecimento da influência do capital intangível, como o capital social e o capital intelectual,

ambos já presentes na visão de Friedrich List (FREEMAN, 1995). A inclusão de novos tipos de aprendizado no processo inovativo tem papel de incluir as relações e interações dos atores do processo produtivo, concedendo importância ao conhecimento tácito, aos ambientes onde ocorrem os processos produtivos, e as inovações radicais e cumulativas (o que implica em *path dependence*, como na teoria evolucionária).

A associação entre processo produtivo, relações, interação, ambiente e inovação implica que o incentivo à inovação não pode ser considerado dissociado dessas novas dimensões de aprendizado e suas consequências.

Logo, Freeman (1982, 1987) trazia uma visão ampla e macroeconômica do desempenho inovativo de um país, no qual as características do sistema nacional de inovação, com suas instituições e organizações,¹³ influenciam no processo inovativo e conseqüentemente no desempenho econômico. Esta visão é caracterizada pela interação entre os diversos atores que fazem parte do sistema nacional de inovação.

Em concordância, Lundvall (1985, 1988) traz uma visão ampla da inovação micro fundamentada no processo produtivo-inovativo. Do ponto de vista da firma individual, o processo é marcado pela interação dela com atores externos, onde a construção do conhecimento é a atividade central, o que requer capacidades adaptativas e construção de competências (LUNDVALL, 2010), e assim resultam em inovações, sejam elas de caráter disruptivo ou incremental.

Combinando a visão desses dois autores se pode entender melhor o SNI: o sistema nacional de um país seria formado pelas organizações e instituições interagindo com firmas, que também se relacionam entre si, através de processos de aprendizado interativo e mutuamente influenciáveis, com um caráter sistêmico como descrito por Lundvall: "*national systems are systemic in the sense that the different elements are interdependent and that interrelationships matter for innovation performance*" (LUNDVALL, 2005, p. 11).

¹³ Numa tentativa de normatizar o uso dos conceitos do SNI, Edquist (1997) define os conceitos de instituições e organizações como: "*Institutions are sets of common habits, routines, established practice, rules, or laws that regulates the relations and interactions between individuals and groups*" (EDQUIST, 1997, p. 46). Assim, o conceito de "instituição" que é normalmente relacionado a institutos ou organizações políticas, de ensino, firmas, etc. estaria se referindo às organizações que seriam definidas por: "*organizations are formal structures with an explicit purpose and they are consciously created. They are players or actors.*" (Ibid., p. 47).

De maneira geral, Cassiolato e Lastres (2005) definem que a abordagem do SNI considera a inovação como um processo compreensível, interativo e sistêmico, e diz que o desempenho inovativo de um país depende de fatores como: planejamento estratégico; qualidade e atividades da infraestrutura educacional e de C&T; cooperação e interação entre os atores; demanda. E explicitam o processo inovativo como marcado pela construção de conhecimento e adaptação, e levando em conta os diferentes tipos de aprendizado, processos históricos distintos, evoluções da institucionalidade etc. (CASSIOLATO; LASTRES, 2005).¹⁴

O uso do SNI permite um maior potencial para a explicação do desenvolvimento econômico, ou ao menos do processo inovativo, pois utiliza um arcabouço microeconômico realista, que dá vários *insights* para os comportamentos das firmas, e leva em consideração suas interrelações com as diversas instituições e organizações presentes no ambiente econômico, sem se comprometer com soluções ou visões únicas.

1.4 O Papel do Estado e a Configuração de uma Política de Inovação Sistêmica

Diferentemente do modelo neoclássico, focado na alocação e nos preços, o modelo neoschumpeteriano tem foco analítico voltado para a explicação da dinâmica do processo econômico e como acontece a sua evolução, tendo as inovações como principal ponto gerador do progresso técnico. Então, estudando o progresso técnico e o processo inovativo, os autores da abordagem do SNI chegaram à conclusão de que o primeiro é resultado da influência do sistema sobre o segundo. Neste sistema, o Estado já tem naturalmente um papel importante, então a questão abordada nesta seção é como ele pode desenhar suas políticas para moldar e influenciar esse sistema, gerando mudanças no espaço econômico que aumentem o desenvolvimento dos países.

A proposição de políticas estava na raiz das ideias do desenvolvimento do conceito dos sistemas nacionais de inovação, já que a maioria dos pensadores trabalhava com a análise e a proposição de política em órgãos governamentais ou em universidades. Segundo Cassiolato e Lastres (2005), um dos documentos pioneiros foi desenvolvido para a OCDE (Organização de Cooperação e Desenvolvimento Econômico) em 1980 e contou com a participação de François

¹⁴ Cassiolato e Lastres (2005, 2008) analisam e propõem convergências entre a abordagem do SNI e a abordagem estruturalista latino-americana, a partir do reconhecimento de algumas similaridades entre duas escolas, como as noções de que o progresso técnico está na causa do desenvolvimento, que as instituições afetam o desempenho e as perspectivas históricas importam, entre outras similaridades.

Chesnais, Christopher Freeman, Keith Pavitt e Richard Nelson. Por outro lado, Freeman (1995) faz referência a várias proposições de List para políticas públicas, descrevendo a relevância para Sistema Nacional de Inovação, enquanto o foco de diversos estudos estava principalmente na ação do estado.

Como visto anteriormente, Freeman colocou o desempenho comercial como resultado do desempenho tecnológico e tentou explicar os fatores que levavam a uma melhor performance. Segundo ele, a explicação seria a inovação, proveniente da interação entre as firmas ou outros atores, como as diversas organizações, instituições e condições existentes, utilizando-se de fontes internas e externas de recursos (o que inclui a informação, o conhecimento e o financiamento), de forma interrelacionada e interdependente. A inovação contém incertezas inerentes, como delineado por Freeman (1982), impossibilitando assim que as trajetórias inovativas sejam previstas de forma satisfatória, sendo necessária a ação do governo para diminuir a incerteza e o risco do processo inovativo (CHESNAIS; SAUVIAT, 2003).

De modo geral, pode-se considerar que a forma como estão organizados os sistemas de inovação de um país - infraestrutura científico-tecnológica, sistema financeiro, instituições sociais, órgãos de política, organismos de representação etc. - influenciam, em conjunto, o seu desempenho inovativo. Estes elementos são passíveis de promoção do governo, e a "ação nacional" poderia construir os fatores que seriam determinantes para um desempenho inovativo e tecnológico de sucesso. Então, as tentativas para explicar as diferenças de desempenho entre países, utilizada por exemplo por Freeman (1982), tiveram um grande foco nas políticas de C&T, política industrial,¹⁵ política educacional, entre outras.

Um dos reconhecimentos importantes da abordagem de SNI e que constitui um dos alicerces da literatura é o reconhecimento das inovações como resultado de um processo sistêmico. Cassiolato e Lastres (2005) definem o processo inovativo, que ocorre no âmbito das empresas, como um processo formado pela interação entre elas e os diferentes elementos - instituições, estruturas, organizações e atores - presentes no sistema. Como estes elementos são interconectados e interdependentes, isto garante que o processo ocorra de maneira sistêmica.

¹⁵ Atualmente, o conjunto de políticas que influenciam a inovação é chamado de política de inovação, dado a conotação negativa que política industrial veio a ter, mesmo quando em alguns casos a política de inovação é essencialmente uma política industrial realizadas com alterações.

Desta forma, um *policy maker* que deseje implementar uma política de inovação sistêmica tem que reconhecer o processo inovativo como sistêmico.

Partindo para possibilidades de ação do governo na esfera macro, Freeman (1982, 1987) já traz algumas possibilidades que demonstram serem promissoras quando levadas em consideração de forma sistêmica. Entre as ações, destacam-se a cooperação do setor público com o setor privado; o pensamento estratégico e de longo prazo para a construção das capacidades tecnológicas e outras que venham a ser consideradas importantes em um país; uma forte conexão e o compartilhamento de objetivos entre a infraestrutura de C&T, o governo e a indústria; uma infraestrutura educacional e de C&T que consiga capacitar os alunos para os desafios tecnológicos e técnicos, entre outras ações possíveis. É importante ressaltar que as políticas que são tradicionalmente abordadas na macroeconomia, como a monetária, fiscal e cambial, têm a sua importância garantida, mas é necessário dar espaço às outras políticas citadas.

A partir da experiência latino-americana, Herrera (1973) analisa o panorama do fomento ao P&D em países do continente, enfatizando a ajuda internacional. O autor conclui que a desconexão entre os objetivos da política científica realizados com a configuração cultural e social, os problemas específicos enfrentados pelo sistema produtivo da região e as fraquezas governamentais e institucionais tornam o esforço deficiente e falho. Comparando a realização dessa política nos países desenvolvidos e em desenvolvimento, Herrera (1973) mostra que o fomento de P&D nos primeiros está diretamente relacionado com a estratégia nacional e aos objetivos e demandas seu sistema produtivo. Assim, pode ser precipitado trazer o molde de programas dos países desenvolvidos para os países em desenvolvimento, especialmente se as características regionais ou locais específicas não são levadas em consideração e se existe um descompasso entre as estratégias nacionais, objetivos sociais e os objetivos do programa, assim como as da política explícita e implícita:

[...] [política explícita] en resumen: constituye el cuerpo de disposiciones y normas que se reconocen comúnmente como la política científica de un país. [...] la política científica implícita, [...] en esencia, expresa la demanda científica y tecnológica del “proyecto nacional” vigente en cada país. (HERRERA, 1973, p. 7)

De forma similar à relação entre políticas implícitas e explícitas, indicada por Herrera, Coutinho (2003) analisa o caso específico das políticas macroeconômicas e sua relação implícita com a inovação. O autor enfoca especialmente na forma como política monetária e

cambial interagem com o ambiente microeconômico, moldando as condições macroeconômicas e convenções sociais que podem se tornar padrões no âmbito de setores e indústrias. Isto é, ao mesmo tempo que o ambiente macroeconômico impacta as tomadas de decisões das empresas, estas decisões afetam esse ambiente. Então, a política macroeconômica impacta a tomada de decisões, sobretudo as de investimento, afetando as estratégias de inovação e implicitamente a competição doméstica e a competitividade das empresas nacionais no ambiente internacional. Coutinho (2003) ressalta que as condições macroeconômicas podem ser especialmente prejudiciais aos países em desenvolvimento, devido às dinâmicas próprias. Assim sendo, as políticas implícitas, como políticas macroeconômicas, devem ser consideradas em estudos sobre sistemas de inovação.

Em relação ao papel do estado e políticas implícitas, historicamente, a realização de políticas para a solução de grandes problemas, se tornaram em políticas implícitas de inovação com desdobramentos importantes para a economia, especialmente por acertos em relação a estrutura produtiva a ser considerada e pela organização de esforços de forma sistêmica. Essas políticas foram realizadas através de projetos que envolveram muita incerteza ou que são de atribuição clássica do Estado.

Mazzucato (2018) mostra como uma grande gama de inovações importantes foram resultantes de *spin-offs* de projetos capitaneados pelo governo americano. Assim, este governo agia como o tomador de risco principal na economia e organizava sua política para a realização de grandes missões complexas em que a solução dos seus desafios resultaram no desenvolvimento de inovações em diversas áreas. Medeiros (2004b) agrega as diversas missões realizadas num panorama histórico, deixando claro que a política espacial e militar, no esforço militar-tecnológico americano teve um impacto muito além do desenvolvimento espacial e militar¹⁶. De acordo com o autor, esses esforços foram realizados através da mobilização das instituições e organizações que compunham o "complexo-industrial-militar-acadêmico", consequência da disputa hegemônica no conflito americano-soviético durante a Guerra Fria.

Para Medeiros (2004b), a estratégia foi marcada pela busca pelo "armamento tecnologicamente superior" e resultou em inúmeras inovações que foram difundidas para a economia civil através de indivíduos - muitas vezes cientistas - que participavam dos projetos

¹⁶ Exemplos célebres dessas missões foram os projetos da criação do míssil balístico intercontinental, através do Projeto ATLAS e o esforço para levar os americanos à lua, através do projeto APOLLO (MEDEIROS, 2004; MAZZUCATO, 2018)

e acumularam o conhecimento neles contidos, e também através das grandes redes de fornecedores especializados. A estratégia garantiu a atuação interativa e em redes da inteligência do país, sintonizados com os objetivos geopolíticos, e em torno da missão de cunho militar estabelecida previamente. Isso possibilitou o desenvolvimento de inúmeras tecnologias que foram desenvolvidas e difundidas na economia.¹⁷

Para Dutrénit e Natera (2017), os diálogos entre os *stakeholders* são essenciais para a construção de políticas de C&T de um país, podendo ser a chave para a solução de fraquezas na dinâmica de um sistema. Para as políticas públicas que visam incentivar a solução de questões relacionadas a problemas sociais, ou que tenham maiores consequências para o público amplo, como acaba sendo o caso das políticas C&T e de inovação, esse público e outras partes interessadas podem ajudar na identificação dos problemas e questões a serem solucionados pela política. Considerando a interação de grupo de atores e instituições em esferas separadas, como a academia, empresariado, sociedade civil e governo, grupos que compõem um sistema nacional, entende-se que o diálogo pode potencializar uma política pública através do melhoramento das interações (DUTRÉNIT et al., 2017)

Gadelha (2001) propõe uma política industrial¹⁸ neoschumpeteriana como uma política, dentre outras promovidas pelo estado, voltada a dinamizar as inovações em uma indústria específica, e que influencie fatores já vistos como importantes para o SNI como a interação entre os atores e a estruturação dos elementos e condições do sistema, além de outros, como as relações de concorrência, e as interdependências setoriais e tecnológicas. A consideração destas interdependências está relacionada a articulação e estímulo de elos importantes da produção nacional que teriam transbordamentos significativos (*spin-offs*) para outras áreas, assim como feito na política bélica americana.

¹⁷ Essa atuação interativa de diversas organizações e setores, cooperando entre si, formando redes, e difundindo as inovações indicam o caráter sistêmico desta política bélica que é, implicitamente, de inovação, ainda mais quando considerado o papel de coordenação e direcionamento do governo, que anulou os riscos comerciais garantindo a demanda através de contratos e investimentos - contando com seu grande orçamento -, e o alinhamento aos objetivos geopolíticos americanos, sendo um dos pilares da estratégia geral na Guerra Fria.

¹⁸ Em relação à política industrial tradicional, Gadelha (2001) mostra a existência de uma polarização entre dois enfoques distintos. O primeiro, horizontal, visa gerenciar as condições macroeconômicas, infra estruturais e educacionais. Isto é, uma visão liberal genérica, que atribui um papel passivo ao estado na política industrial, e no limite pode não indicar ação alguma de promoção. O segundo, vertical, é focado no desenvolvimento de setores específicos, considerados virtuosos para o desenvolvimento econômico, e preconiza ações mais assertivas do estado. Em ambas as visões tradicionais, a primeira, apesar de reconhecer uma interrelação entre os diferentes elementos do sistema, não reconhece a estrutura produtiva e tecnológica, e não define um objeto específico da política industrial, e a segunda, apesar de reconhecer estas questões, não reconhece a interrelação sistêmica, especialmente de elementos fora do âmbito setorial.

Além disso, Gadelha (2001) considera que as especificidades industriais teriam relação particular e direta com as necessidades de financiamento, de P&D e de infraestrutura, devendo também ser estimuladas. Assim, dada uma configuração heterogênea da economia,¹⁹ o ponto novo é que as estruturas produtivas e tecnológicas devem ser o espaço de ação de uma política industrial de inovação e ser tratadas de forma congruente com as suas particularidades para que suas potencialidades sejam exploradas, não deixando de considerar as outras lições trazidas da literatura. Isso requer o reconhecimento dos paradigmas tecnológicos existentes em um determinado lugar.

Para garantir que uma política de inovação seja sistêmica, vale revisitar a microeconomia da abordagem do SNI. Lundvall (1988, 2010) mostra a relevância da interação, da construção de relações sociais virtuosas, da cooperação e da formação de redes, além da proximidade geográfica e cultural, o que pode incluir estruturas sociais, a língua e a linguagem entre outras dimensões para a construção do aprendizado e do conhecimento tácito e codificado. Assim, a promoção de fatores interacionais e relacionais, do capital social e do capital humano, e do incentivo à cooperação e formação de redes, são essenciais numa política de inovação que leva em consideração a literatura do SNI. Uma consequência para as políticas da relevância da interação e relação entre empresas e das considerações neoschumpeterianas sobre a concorrência é o foco em atores coletivos, não sendo indicado o foco em atores específicos.

Outro ponto importante é o reconhecimento pela literatura das particularidades locais, e especialmente nacionais, que caracterizam e influenciam de forma interrelacionada os elementos dos sistemas (CASSIOLATO; LASTRES, 2005). Essa esfera local²⁰ se torna mais relevante também pelo reconhecimento da importância do conhecimento tácito para o aprendizado, e conseqüentemente a inovação e difusão (SZAPIRO et al., 2017), e que se traduzem não apenas em um elemento importante para a análise, mas também apontando firmemente para o reconhecimento dessa dimensão nas políticas que incentivem a inovação. De acordo com Matos, Cassiolato e Lastres, (2017), a esfera local também está relacionada com questões subjetivas que relacionam a localidade com a identidade do indivíduo e até do grupo,

¹⁹ Ver seção 1.1.

²⁰ Em Szapiro et al. (2017), a esfera local não é considerada como apenas a localização geográfica da atividade econômica, abrangendo as características localizadas das relações e práticas econômicas num determinado local que são importantes para o aprendizado, inovação e difusão da inovação.

o que está relacionado com o processo interativo e na intensidade da interação, na medida da influência do capital social nesse processo.

Reconhecendo a existência de diferenças tecnológicas presentes em determinadas regiões e localidades dentro de um país, Storper (1995) argumenta que mesmo onde existam regiões especializadas em tecnologias diferentes, a realização de políticas de fomento regional à inovação por parte do governo central é justificada. Isso acontece porque nas trajetórias evolucionárias das tecnologias, a incerteza e a dificuldade de prever os resultados impedem que se saiba com antecedência o caminho do desenvolvimento das tecnologias, o que gera uma dificuldade de apropriar retornos - já que as tecnologias podem ter aplicações em diversos setores relacionados. Assim, a inovação em uma região pode ser benéfica para outras regiões e tecnologias ao passo que geram *spillovers* para outros setores em que essas outras regiões são especializadas.

Assim, a junção dos pontos expressados nesta seção serve de exemplo para a possível construção de uma política sistêmica. Em um artigo de 2005, Cassiolato e Lastres exemplificam algumas das políticas que foram adotadas pelos países tendo relação implícita com o SNI:

Na maior parte dos casos, as novas políticas incluem o desenvolvimento e difusão de novas tecnologias por meio da promoção das atividades de P&D e do estímulo à difusão e cooperação nas áreas de pesquisa genérica de longo prazo. Explicitamente, também visam a promover a consolidação das bases regionais para o desenvolvimento tecnológico, o reforço de malhas de pequenas e médias empresas e o desenvolvimento de atividades consideradas estratégicas para o crescimento econômico doméstico. (CASSIOLATO; LASTRES, 2005, p. 39).

Assim, além da promoção da ciência e tecnologia de forma cooperativa, que vem a ser uma condição primordial para essa política, um ponto importante é a difusão desse conhecimento dentro da economia, o que pode ser feito por meio do aprendizado interativo. O apoio às pequenas e médias empresas e a definição de tecnologias estratégicas mostram-se relevantes. Fica claro também o foco em atores coletivos, através do incentivo à cooperação e a criação de governanças, para mediar as interações e garantir um bom funcionamento e objetivos comuns, para a atuação principalmente em setores estratégicos, devendo contar com a participação de associações ou membros de diferentes segmentos da indústria e do governo (CASSIOLATO; LASTRES, 2005).

Assim, para poder analisar se o conjunto de uma política de inovação pode ser considerada sistêmica ou não, deve-se levar em consideração as implicações que a teoria do SNI e as evidências empíricas trazem sobre o processo inovativo. Então, procura-se saber, dado às devidas restrições, se os estímulos e ações desenhadas por uma política contribuem para as questões elencadas de ordem microeconômicas da inovação, com a consideração do uso de diversas formas de aprendizado não linear e interativo, como definido por Lundvall, para a resolução de desafios das firmas e que tenham consequência a inovação no sentido amplo. Esse processo de aprendizado e inovação sofreria uma influência interativa das instituições - como a própria academia e o governo -, e seus mecanismos de ação, do processo produtivo em si e das relações de mercado. Por isso, é importante que as questões mais amplas das dimensões econômicas - como a influência que essa política pode ter para as instituições e condições existentes no âmbito nacional e, conseqüentemente, para o aprendizado e a inovação - sejam incluídas, assim como a consideração acerca de visões estratégicas para o desenvolvimento econômico que levam em conta considerações sobre as estruturas produtivas e as características locais específicas.

Para auxiliar na transformação das ideias trazidas pela literatura do SNI em lições para as políticas de inovação, Mezzadra (2018) analisou os principais autores desta abordagem, definindo aspectos que podem ser seguidos para definir uma política em países desenvolvidos como sistêmica. A partir deles, ela adicionou uma série de critérios distintos para países em desenvolvimento. Isso pode ser importante para melhorar o foco na análise, mas os critérios para países em desenvolvimento também podem ser relevantes para qualquer sistema nacional. A questão territorial é especialmente importante para pequenas e médias empresas, enquanto o financiamento internacional é especialmente relevante para os países da União Europeia. Com as mudanças político-econômicas que houve no mundo nas últimas décadas, que resultaram no aumento da desigualdade, este fator passou a ser relevante para países desenvolvidos. Mesmo que estes países sejam caracterizados, de modo geral, pela complementaridade entre políticas implícitas e explícitas, este atributo não é uma regra e nem ocorre de modo uniforme. Nos países desenvolvidos em que estas políticas não são complementares, não há motivos para considerar que estes países colheriam os ganhos da complementaridade. Então, é importante incluir os critérios que foram tratados anteriormente no quadro analítico para países desenvolvidos. Dito isso, é necessário ressaltar as evidentes diferenças entre os países desenvolvidos e países em desenvolvimento, porém, neste estudo, escolheu-se considerar pelo menos algumas das considerações para países em desenvolvimento para países desenvolvidos.

Assim, a lista de critérios para determinar se uma política de inovação em um determinado país é sistêmica ou não, usando de elementos de ambos os critérios de Mezzadra (2018), alterando-se de acordo com debate feito neste capítulo - particularmente nesta seção - são : (i) importância do aprendizado e da capacitação; (ii) importância da inovação e da difusão da inovação; (iii) o alinhamento da política com uma perspectiva estratégica do desenvolvimento com aceitação social; (iv) diálogo entre as agências responsáveis pelas políticas, a academia, associações de classe e organizações de representação e governança de sistemas produtivos e inovativos, assim como a interação do setor privado com esses agentes; (v) consideração da estrutura produtiva, em suas especificidades regionais, setoriais e tecnológicas, para escolha de temas estratégicos, para o direcionamento da política; (vi) o foco em atores coletivos e na cooperação; (vii) foco em particularidades regionais e locais. Esses itens resumem as lições tiradas da literatura e da experiência empírica dos Sistemas Nacionais de Inovação, constituindo assim pontos importantes para uma análise preliminar do potencial de uma política de inovação.

Esses aspectos elencados serão considerados em conjunto o caso específico das pequenas e médias empresas, para assim ter um referencial mais fidedigno e focado nesse recorte específico, como proposto, para poder então analisar uma política de inovação com foco para pequenas e médias empresas.

CAPÍTULO II - PEQUENAS E MÉDIAS EMPRESAS E A INOVAÇÃO: EVIDÊNCIAS E IMPLICAÇÕES

As pequenas e médias empresas (PMEs)²¹ são alvos de muitas políticas governamentais que visam primordialmente incentivar as inovações. As justificativas à aplicação dessas políticas assumem que as PMES trazem alguns benefícios a seus países, o que inclui o reconhecimento da sua importância para a inovação, e, portanto, merecem políticas de fomento específicas.²² Para poder avaliar uma política de inovação voltada para PMEs e que leve em consideração a abordagem do SNI - que recomenda o estudo das especificidades que afetam o processo inovativo - é necessário visitar as características das inovações e do funcionamento do processo inovativo nas pequenas e médias empresas. Então, para a criação de um referencial voltado para a promoção de PMEs integrado com aquele delineado na seção 1.4, deve-se analisar quais são as implicações desses aspectos específicos.

A abordagem que leva em consideração a inovação no sentido amplo considera que as PMEs exercem uma atividade inovativa forte - especialmente conectada à inovação a partir da interação com fornecedores²³ -, mas por muito tempo elas foram relegadas do debate sobre a inovação devido à percepção de que não eram tão inovativas quanto as grandes empresas. Isso se devia principalmente à construção de indicadores com o uso de *inputs* ou *outputs* do processo inovativo, como gastos em P&D e patentes, mas que sozinhos não eram propícios para a investigação precisa do nível inovativo, particularmente em PMEs. O consenso atualmente é que elas não são nem mais nem menos inovativas que essas empresas, mas ainda assim são importantes para a inovação e difusão da inovação.

²¹ As definições sobre pequenas e médias empresas são heterogêneas e seus critérios são relativos aos países, autores e programas governamentais que as definem (MATOS et al., 2019). A definição de pequena empresa normalmente abarca às microempresas, mas em diversos trabalhos citados neste estudo, as empresas muito pequenas - microempresas (i.e., com menos de 10 funcionários) - são excluídas das análises, por culpa da menor disponibilidade de dados. No caso das médias, o seu teto também é variável, sendo o quadro de funcionários o critério mais comum, com teto normalmente estabelecido em até 250 funcionários, mas podendo chegar até 500. Para a definição da União Europeia ver mais na recomendação 361 (COMISSÃO EUROPÉIA, 2003). Como não se pôde fazer maiores distinções dentro do recorte, para definir o objeto deste estudo - pequenas e médias empresas alemãs -, optou-se por usar o termo mais comum (PME) e delimitá-lo pelo limite máximo de 500 funcionários.

²² De acordo com Lastres et al. (2002) a importância das PMEs nessas políticas está tanto no fato de serem consideradas como elementos chave tanto para a manutenção do emprego, quanto para o processo inovativo e de desenvolvimento econômico.

²³ Fato que fica mais claro para as indústrias de nível tecnológico mais baixo e são mais dependentes do conhecimento tácito.

É difícil estabelecer uma descrição unificada precisa do funcionamento dessas empresas, uma vez que há uma grande diversidade de possibilidades de configuração, exacerbada pelas diferenças existentes entre o tipo e o grau tecnológico, o foco de atuação e as diferenças nacionais e locais. Porém, algumas características gerais interrelacionadas podem ser percebidas em relação ao recorte. Via de regra, as PMEs enfrentam maiores restrições financeiras para o desenvolvimento e a implementação de inovações, assim como dificuldades na estruturação e realização de projetos de P&D, na interação com institutos de pesquisa e ensino, na cooperação com outros agentes de forma geral e na capacitação de recursos humanos. Esta última dificuldade, aliás, parece estar relacionada com os outros obstáculos apresentados de forma particularmente forte, e mais intensamente à implementação da inovação e a realização de projetos de P&D.

Do ponto de vista do processo inovativo, parece existir uma convergência entre a evidência empírica e a abordagem do SNI, já que a primeira demonstra que a inovação que ocorre nas PMEs está intimamente ligada à interação e à cooperação - por sua vez, estreitamente ligadas aos contextos locais, a formação de redes, a construção de capacidades e outros impactos específicos relacionados ao contexto. Todavia, existem dificuldades cujas soluções não são frequentemente tratadas por essa abordagem, como a dificuldade de execução das políticas de promoção e fomento, relacionada à desconexão entre as necessidades e objetivos das PMEs com o desenho dessas políticas, assim como às barreiras à inovação, o que inclui especialmente a necessidade de capacitação dos recursos humanos.

2.1 Inovatividade nas Pequenas e Médias Empresas e Indicadores

Tradicionalmente, considerava-se que as pequenas e médias empresas não eram tão importantes para a inovação. Tal percepção ancorava-se em estudos baseados em *proxies* para o desempenho inovativo, como o gasto em P&D e o número de patentes realizados. Analisando a inovação por meio de variáveis mais fidedignas, Pavitt, Robson e Townsend (1987) investigaram a base da Science Policy Research Unit (SPRU) da Universidade de Sussex, comparando o quadro de funcionários das firmas com a atividade inovativa de diversos setores da economia inglesa. Dadas às devidas limitações, puderam concluir que gastos com P&D e com a realização de patentes subestimam a atividade inovativa de pequenas e médias empresas. Isso constitui uma das primeiras evidências respeitadas que põs em xeque tanto o uso destes indicadores quanto a noção de que as empresas menores não eram inovadoras.

De acordo com Pavitt et al. (1987), a visão dominante era de que a quantidade de inovações seria menor para pequenas empresas e aumentaria diretamente de acordo com o tamanho da firma, até chegar a um certo limite, onde decresceriam (curva S). A conclusão do estudo foi que as pequenas empresas poderiam ser bastante inovadoras, assim como as muito grandes (curva U), a depender das dinâmicas do setor, do tipo de inovação que realizavam (como inovações organizacionais e de processo), e de sua relação com firmas maiores. Isso pode ser relacionado com a evidência trazida por Heidenreich (2009) que indica que inovações organizacionais, de processo e de marketing são comuns a setores de baixa e média-baixa tecnologia, considerados como tecnologicamente maduros, além dessas inovações serem dominadas pela relação com os fornecedores.

Isso mostra que a relação *user-producer*, como teorizado por Lundvall (1988), pode ser uma grande fonte de inovações para as firmas, particularmente para as pequenas e médias empresas nesses setores. Isso está de acordo com o reportado por Massa e Testa (2008) e com uma das conclusões de Pavitt et al. (1987), em que setores onde as pequenas e médias empresas eram *user-firms* e existia uma facilidade de imitação da tecnologia, ou baixa apropriabilidade, elas eram mais inovativas.

Os indicadores formados através da concatenação de gastos de P&D com o número de patentes estão relacionados a *inputs* e *outputs* do processo inovativo, mas não ao processo e ao nível inovativo em si. Eles eram usados graças à sua facilidade de medição e à sua conexão com a percepção congruente à visão linear da inovação, na qual os pesquisadores e a infraestrutura científica tradicional têm um papel fundamental.²⁴ No entanto, esses indicadores tendem a menosprezar as atividades inovativas não relacionadas ao P&D formal e que não estão relacionadas de forma intensa com as inovações na fronteira tecnológica. Como as PMEs não têm uma tendência a ter departamentos de P&D e a realizar gastos formais nessa área, a atividade inovativa delas tende a ser subestimadas pelos indicadores citados.

Neste sentido, o P&D sempre teve um papel desproporcional no pensamento sobre como funciona o processo inovativo, seja nos modelos de inovação ou no uso de indicadores. Esses motivos parecem ter contribuído para que as pequenas e médias empresas não fossem consideradas inovadoras. Esta consideração pode ter impactado as políticas de inovação, já que, como mostrado por Arundel et al. (2008), as empresas que não realizam P&D - recorte que

²⁴ É importante ressaltar que os resultados de Massa e Testa (2008) indicam que o uso de patentes como indicador da inovação não é apoiado por empresários, nem por acadêmicos e policy makers.

inclui desproporcionalmente as PMEs -, são consideradas de forma desigual nas políticas de inovação, apesar de serem bastante inovativas à sua maneira.

Como consequência à desconsideração de PMEs, surgiu a divulgação de evidências que mostraram que as pequenas e médias empresas, ao contrário do que vinha sendo apontado, realizam inovações - como mostrado em Pavitt et al. (1987). Em alguns casos, como no livro clássico de Acs e Audretsch (1990), as evidências indicavam que esse grupo poderia até ser mais inovador do que as grandes empresas. No entanto, de acordo com Avellar e Botelho (2015), o consenso atual é que as PMEs são inovadoras, mas não de forma maior ou menor do que as grandes empresas.

Algumas pesquisas de inovação há algum tempo já visam medir a introdução de inovações - sejam elas de produto, processo, organizacional e de marketing - através de questionários direcionados às empresas. Também fazem uso de outras *proxies* para verificar a atividade inovativa, como a aquisição de máquinas, aquisição de P&D e outros conhecimentos externos, realização de P&D interno, treinamentos, introdução de inovações no mercado e outros. Essas definições são usadas para as pesquisas realizadas no Brasil (IBGE, 2017) e na Europa, como a Pesquisa de Inovação (PINTEC) e a European Community Innovation Survey (CIS), respectivamente, que utilizam das definições do Manual de Oslo de 2005.

Segundo a regulamentação 995/2012 da Comissão Europeia de 2012, para a pesquisa da CIS sobre estatísticas de inovação, realizada a cada dois anos, a definição de inovação está de acordo com o Manual de Oslo de 2005, terceira edição:

An innovation is the implementation of a new or significantly improved product (good or service), or process, a new marketing method, or a new organisational method in business practices, workplace organisation or external relations. (OCDE, 2006a, p. 46)

A inovação pode ser categorizada pela implementação de um ou mais tipos de inovação que sejam ou desenvolvidos de forma pioneira pela empresa ou adotados a partir de outras firmas e organizações (OCDE, 2006a). Entre as questões, os questionários da CIS (2014) perguntam às empresas se elas realizaram algum desses tipos de inovações, qualificando se eram novas para as firmas ou para o mercado. Os dados da CIS 2016, no Anexo A, mostram que, em números absolutos, mais pequenas e médias empresas realizam inovações do que grandes. Por outro lado, em números relativos, as grandes empresas apresentam um maior percentual de empresas inovadoras.

De toda forma, Avellar e Botelho (2015) ponderam que estudos empíricos não apontaram uma relação direta entre a inovação e o tamanho das empresas. Além disso, indicaram que outras questões, similares às levantadas pela literatura do SNI na seção anterior, são importantes para as pequenas e médias empresas e devem ser levadas em consideração:

[...] além de gastos formais em P&D, outras fontes geradoras de conhecimento que se encontram na esfera de atuação das empresas, como as relações no interior das cadeias produtivas (fornecedores e clientes), as relações com instituições de ensino e pesquisa (universidades e centros tecnológicos/pesquisa), dentre outras de naturezas diversas (associações empresariais, sindicatos). Ademais, especificidades setoriais, localização geográfica e condições macroeconômicas adequadas, especialmente condições favoráveis de financiamento, apresentam-se como elementos essenciais na explicação da atividade inovativa em pequenas empresas. (AVELLAR; BOTELHO, 2015, p. 380).

Dito de outra forma, as especificidades relacionadas às diversas fontes de conhecimento, que se conectam com as diferentes formas de aprendizados, devem ser levadas em consideração ao se estudar as pequenas e médias empresas. Além das fontes de conhecimento, que podem ser, entre outros atores, as próprias empresas, seus funcionários, universidades e instituições de pesquisa, existem questões específicas que impactam a inovação em PMEs. Entre elas estão as estruturas produtivas setoriais, as questões que abrangem a esfera local da produção e condições macroeconômicas e de financiamento. Algumas dessas questões serão discutidas nas próximas seções.

2.2 A importância do P&D e de Fontes de Conhecimento

Considerar o uso de gastos de P&D e do número de patentes realizadas como uma *proxy* que tem a tendência de subestimar a atividade inovativa não significa dizer que P&D e atividades relacionadas sejam desimportantes para a inovação. Há evidências que mostram a existência de uma relação positiva entre essas atividades e a inovação, mesmo para pequenas empresas (ROPER; DU; LOVE, 2008). P&D pode influenciar diretamente na geração de novos conhecimentos para a firma e em maiores conexões com atores externos, o que, por sua vez, facilita o acesso ao conhecimento presente no exterior à firma. A própria preparação dessa atividade requer o aprendizado de questões próprias à pesquisa, o que pode resultar numa maior capacidade de compreender outros conhecimentos, sejam de fontes internas ou externas à firma (ROPER; DU; LOVE, 2006). Arundel et al. (2008) estimam que as empresas que realizam P&D têm maiores capacidades inovativas do que as que não realizam.

O estudo de Arundel et al. (2008) é importante para entender diversas dinâmicas das empresas com foco especial à relação entre firmas inovadoras que não realizam P&D e a inovação. Ele usa uma base de empresas inovadoras presentes no Innovation Barometer (IB) - uma pesquisa de inovação mais abrangente que a CIS - para alguns países europeus, usando firmas que realizam P&D interno ou contratado externamente como base para a comparação com as que não realizam. As pequenas e médias empresas inovativas têm uma tendência maior a não realizar P&D do que as grandes.²⁵ Os resultados mostram que em relação às fontes de ideias da inovação externas às firmas,²⁶ fica claro uma tendência maior das firmas que realizam P&D de utilizarem especialistas e universidades para inovar do que as que não realizam.²⁷ Além disso, estas últimas têm menores chances de participar e colaborar em projetos com universidades, institutos de pesquisa e afins, e outras firmas. Elas também são mais dependentes do uso das informações dos fornecedores e desenvolvedores originais dos produtos, ou até mesmo - em menor grau - das informações provenientes de rivais.

Ou seja, as firmas que não realizam P&D dependem de processos inovativos que são baseados em fontes externas de conhecimento e tecnologia relacionadas com a interação com outras empresas, principalmente através da aquisição de bens e serviços. Em contrapartida, elas não têm tantas conexões com universidades e institutos de pesquisa, e não realizam tantos projetos colaborativos. Em um estudo empírico sobre as fontes da inovação, Heidenreich (2009)²⁸ mostrou que as relações com fornecedores e consumidores são relevantes para as firmas do recorte de baixa e média tecnologia,²⁹ demonstrando que elas são dependentes dessas fontes externas, ao passo que possuem fracas relações com a infraestrutura tradicional de C&T quando comparadas com firmas de setores de alta tecnologia. Hipp e Grupp (2005) mostraram que para o setor de serviços, há a diminuição das chances de inovações via fornecedores com o aumento do tamanho das firmas.

²⁵ Isso está de acordo com os problemas relatados sobre os indicadores na seção 2.1.

²⁶ Porém, do ponto de vista relativo, as firmas que realizam P&D atribuem uma maior importância à inovação desenvolvida internamente (ARUNDEL et al., 2008).

²⁷ Vale ressaltar que um percentual importante de firmas nesse estudo utiliza das fontes internas para inovar.

²⁸ Apesar da impossibilidade de distinguir o tamanho das firmas no estudo de Heidenreich (2009), os setores foram segregados a partir dos gastos de P&D realizados. Como as firmas pequenas e médias são normalmente caracterizadas pelo baixo gasto formal em P&D, como constatado em Arundel et al. (2008), isso implicaria que o recorte teria uma grande quantidade de pequenas e médias empresas, o que estaria de acordo com o reportado por empresários de pequenas e médias empresas sobre a realização de P&D por elas no estudo feito por Massa e Testa (2008).

²⁹ Apesar de contradições relacionadas a questões práticas para a definição do recorte.

A dependência de fontes externas também está presente no estudo de Massa e Testa (2008). Em resposta aos questionamentos, os empresários de pequenas e médias empresas manufatureiras na Itália relataram uma grande dependência de fornecedores e colegas dentro da cadeia produtiva para inovação, enquanto consideravam inútil a relação com universidades e instituições intermediárias, exceto quando oferecem tecnologias, produtos e serviços inéditos. Assim, essas firmas podem não usar diretamente de fontes externas como consultores e especialistas para inovar, mas dependem mais da difusão do conhecimento e tecnologia através de conexões com fornecedores e consumidores, e, indiretamente, do encontro ou aquisição de produtos, processos e métodos organizacionais durante suas atividades.

Vale ressaltar que a maioria dos estudos aqui dão mais foco às manufaturas, mas o panorama pode ser diferente para as empresas em outros setores. Em relação a isso, existe uma literatura que procura estudar como seriam as relações de inovação para o setor de serviços. Hipp e Grupp (2005) defendem uma nova tipologia da inovação para melhor entender-se os setores de serviços já que apresentam especificidades próprias que devem ser levadas em consideração.³⁰ Analisando firmas alemãs de serviços, em sua maioria empresas com menos de 250 funcionários, usando a CIS de 1997, Hipp e Grupp (2005) mostram uma menor presença de gastos em P&D interno do que em empresas manufatureiras, mesmo em serviços intensivos em conhecimento.³¹ Isso indica que a realização dessa atividade nesses setores é incomum dado os tipos de conhecimentos utilizados. Assim, enfatiza-se a importância do capital humano para setores de serviços, especialmente aqueles intensivos em conhecimento.

Em relação às especificidades nacionais, nas regressões de Arundel et al. (2008) as empresas de países líderes têm maiores chances de realizar P&D. O que está de acordo com Silva (2017) para a Alemanha quando comparados com outros países da União Europeia. As pequenas e médias firmas alemãs realizam maiores gastos em P&D em relação à média do que essas firmas em outros países, e realizam relativamente mais projetos cooperativos com universidades, institutos de pesquisa e outros similares.

Os dados da CIS de 2016 para a Alemanha permitem verificar a importância de fontes informação de atividade de inovações para processo e/ou produto. As PMEs consideram

³⁰ Como por exemplo a importância de tecnologias de informação e comunicação, do capital humano, das leis e regulações e o contato próximo com os consumidores (Hipp e Grupp, 2005).

³¹ Porém, empresas de serviços em setores de alta tecnologia tem um maior percentual de gastos em P&D internos.

relativamente menos importantes as fontes externas relacionadas a fontes acadêmicas, como se pode ver no Tabela 1.

Tabela 1 - Percentual de empresas alemãs inovadoras em produtos e/o processos que concederam nenhuma importância a fonte de informação por tamanho. Seleção: atores acadêmicos, eventos e associações - setores: innovation core activities³²

Tamanho / Fonte de informação	Consultores ou laboratórios comerciais	Universidades ou outras instituições de ensino superior	Governo ou institutos públicos de pesquisa	Conferências, feiras e exposições	Revistas ou publicações comerciais científicas / técnicos	Associações profissionais ou da indústria
10 a 49 empregados	56,4	55,2	67,6	25,7	30,0	40,9
De 50 a 249 empregados	44,5	45,4	62,3	18,7	24,5	32,2
250 empregados ou mais	28,9	26,0	48,2	12,2	14,0	25,2

Fonte: Elaboração própria a partir da CIS 2016

Em compensação, fica claro que essas firmas atribuem maior importância para atores que estão relacionadas com as cadeias produtivas, como empresas do mesmo grupo empresarial, ou consumidores privados, como pode-se ver no Tabela 2.

³² Ver na regulação na 995/2012 Comissão Europeia.

Tabela 2 - Percentual de empresas alemãs inovadoras em produtos e/o processos que concederam **nenhuma** importância a fonte de informação por tamanho. Seleção: empresas do mesmo grupo, fornecedores, clientes ou concorrentes - setores: innovation core activities³³

Tamanho/Fonte de informação	Empresas dentro do grupo empresarial	Fornecedores de equipamentos, materiais, componentes ou software	Clientes ou clientes do setor privado	Clientes ou clientes do setor público	Concorrentes ou outras empresas do mesmo setor
10 a 49 empregados	9,0	25,2	19,8	45,1	18,8
De 50 a 249 empregados	3,6	25,2	22,9	50,0	16,8
250 empregados ou mais	2,0	17,1	13,2	43,3	7,9

Fonte: Elaboração própria a partir da CIS 2016

Fica claro nesta seção que as empresas podem ser inovativas sem a presença do P&D, mas isso significa que precisam utilizar de outros processos para poderem inovar, como o aprendizado interativo nas cadeias produtivas. Este tipo de aprendizado permite o acesso a fontes de conhecimento externas à firma. Ao mesmo tempo, o P&D está relacionado a maiores chances de acesso e colaboração com atores institucionais, como as universidades, que constituem uma importante fonte externa de conhecimento. Essa atividade também está conectada com as capacitações internas das firmas, já que é preciso de conhecimento para realizar pesquisa e desenvolvimento, assim a mera realização pode gerar conhecimentos importantes para a firma, mesmo que não seja eficiente na descoberta científica e tecnológica.

A partir das evidências apresentadas nos estudos, e que serão reforçados mais a frente, é possível caracterizar uma dependência de fontes externas não-tradicionais de informação e conhecimento para pequenas e médias empresas, marcadamente através da relação com outras firmas na cadeia produtiva, aprendendo pela interação (*learning-by-interacting*). O uso do conhecimento e da tecnologia presentes em produtos processos e métodos organizacionais,

³³ Ver na regulação na 995/2012 Comissão Europeia.

consistem também em aprendizados pelo uso (*learning-by-using*) importantes para as firmas nesse recorte, sendo os dois tipos de aprendizados citados especialmente relevantes para as PMEs, e também para firmas que estão em setores de serviços ou de menor sofisticação tecnológica.

Ou seja, essas empresas seriam particularmente dependentes da difusão de conhecimento presente no sistema através de métodos que requerem a interação entre empresas, ou através do uso de engenharia e outros métodos para utilizar os conhecimentos embutidos nos produtos ou processos.³⁴ Arundel et al. (2008) mostra que essas firmas focam em inovações de processos, o que pode ser atribuído ao uso destes métodos e a setores de baixa tecnologia ou setores com dinâmicas distintas, como demonstrado por Hipp e Grupp (2005). Em ambos estudos as PMEs atribuem maior papel a outros departamentos que não o de pesquisa para inovar, como os de engenharia, marketing e design. Isso se traduz em uma menor probabilidade de realizar P&D.

Como se pode ver no Tabela 3, a atividade inovativa mais importante para as PMEs alemãs é a aquisição de máquinas, equipamentos, edifícios e softwares. Em contraste com grandes empresas, elas quase não realizam P&D interno continuamente ou contratam externamente. Vale ressaltar que para a realização de P&D interno continuamente, o percentual para empresas acima de 50 empregados é substancialmente maior do que o recorte de 10 a 49.

³⁴ Usando a CIS 6 e CIS 8, Silva (2017) relatam que as pequenas empresas da Alemanha realizam maiores gastos relativos em atividades inovativas em máquinas, equipamentos e softwares do que as grandes empresas. Isto indicaria uma maior dependência da difusão de conhecimento e tecnologia através da aquisição de produtos e processos para as pequenas e médias empresas do que para as grandes.

Tabela 3 - Percentual de empresas alemãs inovadoras em produtos e/o processos por atividade inovativa e tamanho. Seleção: aquisição, modificações e P&D interno e externo - setores: innovation core activities³⁵

Atividade Inovativa / Tamanho	10 a 49 empregados	De 50 a 249 empregados	250 empregados ou mais
Aquisição de máquinas, equipamentos, edifícios e software	59,8	59,5	74,2
Aquisição de conhecimento existente a partir de outras empresas ou organizações	17,3	17,3	36,4
Atividade de design para alterar a forma, a aparência ou a usabilidade de bens ou serviços	19,8	26,8	34,0
P&D contratado externamente	10,2	20,5	41,7
P&D interno - contínuo	25,6	38,8	62,4
P&D interno - ocasional	18,1	18,3	10,3

Fonte: Elaboração própria a partir da CIS 2016

A conclusão é que apesar de apresentar benefícios - como impactos na capacitação interna e maior chance de conexões com instituições de ensino e pesquisa-, os programas de incentivo ao P&D podem não ser indicados para todas as firmas, devendo ser considerado as outras formas de aprendizado e as diferenças na estrutura produtiva. Isto é, além das particularidades setoriais, a difusão das inovações e dos conhecimentos via relações nas cadeias produtivas são essenciais, abrindo espaço para que os programas de fomento à inovação sejam voltados para a intensificação da interação e para a capacitação que será visto na próxima seção.

2.3 As Capacidades Internas para as PMEs

Os recursos das firmas incluem não só os ativos financeiros, mas à qualificação da mão de obra, as estratégias empresariais e organizacionais, os conhecimentos embutidos nos processos, as relações desenvolvidas etc., assim, a junção desses recursos define as capacidades

³⁵ Ver na regulação na 995/2012 Comissão Europeia.

internas da firma para inovar. As fontes externas de conhecimento permitem que as pequenas e médias firmas superem limitações internas de conhecimento, apesar de necessitarem de capacidades internas para poder utilizar das fontes externas. A evidência apresentada por Gallego, Rubalcaba e Hipp (2013), dada as limitações das medições,³⁶ mostra a relevância do uso de fontes externas de conhecimento, de forma complementar ao P&D interno. A evidência também aponta a relação dessas fontes com inovações organizacionais para outras inovações, em pequenas e médias empresas.

Assumindo que a realização de P&D indique a presença de conhecimentos internos, Arundel et al. (2008) mostra que as firmas que realizam essa atividade são significativamente mais inclinadas a usar da cooperação, especialmente com instituições acadêmicas, para a inovação. Isto sugere que as capacidades internas são necessárias para a realização de inovações colaborativas. Se a afirmação de Arundel et al. (2008) for verdadeira, as PMEs alemãs têm menores capacidades inovativas do que as grandes empresas. Isso é corroborado pelas taxas de cooperação apresentadas em Silva (2017), que mostram que as taxas de cooperação aumentam de acordo com o recorte de tamanho das empresas.

Gallego et al. (2013) constroem a ideia de que as inovações organizacionais são complementares ao uso de fontes internas e externas de conhecimento. Isso permite a adaptação das firmas de acordo com as possibilidades trazidas por esses novos inputs, e indica uma vantagem da flexibilidade e da capacidade de adaptação para a inovação.

Essa relação entre as capacidades internas - que incluem flexibilidades organizacionais para a inovação - e a possibilidade de aprendizado de fontes internas e externas indica que o aumento das habilidades das firmas influencia nas capacidades de aprendizado e adaptação, ou seja, na capacidade de inovar, permitindo que aprendam de ambientes externos, e realizem mudanças de forma mais fácil.

Da mesma forma, a literatura do SNI considera que as capacidades adaptativas das firmas influenciam a capacidade de absorver conhecimentos externos e a capacidade de inovar e aprender, de forma geral. Ou seja, nas capacidades internas se incluiria a capacidade de adaptação, que seria importante para melhorar a eficiência do aprendizado, da inovação, e das possibilidades de cooperação.

³⁶ A amostra usada é da CIS 4 para 18 países europeus.

Isso fica mais claro com o exposto por Nielsen e Lundvall (2002), que mostram que as firmas que se organizam para o aprendizado e a adaptação, considerando a interação e a comunicação de forma horizontal e aberta tanto dentro quanto fora da firma, tiveram uma maior frequência nas inovações de produto. Essas firmas voltadas ao aprendizado tinham características organizacionais flexíveis e pouco hierárquicas, focando na participação dos funcionários,³⁷ tiveram boas comunicações internas e externas, visando o desenvolvimento dos recursos humanos, cooperando e incluindo incentivos positivos e participação dos funcionários. A lógica seria que as características organizacionais voltadas para o aprendizado e adaptação impactam a inovação de forma positiva através da facilitação da organização dos diferentes conhecimentos necessários e nas reorganizações inerentes às inovações, incluindo as que não podem ser previstas.

Em um estudo sobre barreiras de inovação usando de questionários para quase 300 pequenas e médias empresas industriais espanholas,³⁸ Madrid-Guijarro, Garcia e Van Auken (2009) mostraram que mesmo os administradores das empresas não tendo a percepção dos fatores humanos como grandes barreiras, fatores relacionados à qualidade dos recursos humanos são especialmente relevantes para as regressões de inovações em gerais, e para as inovações de processo, sendo as barreiras internas à firma (como posição financeira e recursos humanos) mais relevantes para esses dois tipos de inovação.³⁹

Sobre a participação em programas de suporte, é constatado por Arundel et al. (2008) uma baixa taxa de inscrição em programas de suporte à inovação por partes de empresas inovadoras que não realizam P&D, ou seja, as firmas menos inclinadas a participar são aquelas que apresentam menores capacidades inovativas. Além disso, as menos beneficiadas são: as firmas menores que não realizam P&D; e as firmas em setores manufatureiros menos tecnológicos. Ou seja, além de terem maiores dificuldades de inovar, as firmas que têm menores capacidades internas e inovativas mostram uma maior dificuldade de acessar as políticas de inovação.

Em suma, as PMEs apresentam potenciais de ganho do desenvolvimento de capacidades internas. Na média, elas são caracterizadas por maiores déficits nas capacidades internas, e o

³⁷ Um ponto importante do estudo, apesar de conectado com as características sociais da Dinamarca.

³⁸ Na região de Murcia, caracterizadas por serem empresas atuantes nos setores manufatureiros intensivos em mão de obra e de baixo teor tecnológico.

³⁹ As dificuldades no ambiente externo mostraram um resultado positivamente relacionado às inovações, especialmente de processo, o que pode indicar que as adversidades algumas vezes podem incentivar as inovações.

fomento destas capacidades pode suscitar benefícios às inovações através de maiores chances de conexões com agentes institucionais, de participação em programas de fomento e de absorção e adaptação do conhecimento externo para a inovação.

2.4 A Importância das Redes e da Dimensão Local

Assim como a abordagem do SNI, a seção anterior mostrou evidências empíricas que apontam para a importância do aprendizado interativo e da cooperação para a inovação em pequenas e médias empresas. Desta forma, a formação de redes seria especialmente relevante para as pequenas e médias empresas, particularmente se apresentarem adequadas capacidades internas, o que inclui características organizacionais flexíveis e voltadas para o aprendizado e adaptação. Através da interação e da cooperação, que tem um importante componente local, as redes podem facilitar o acesso a fontes externas de conhecimento e facilitar a produção colaborativa de conhecimento e de inovações.

Então, entrando na questão da importância do local, já ressaltado na literatura do SNI, o artigo de Mytelka e Farinelli (2000) trata sobre clusters locais e sistemas inovativos caracterizados pela predominância de PMEs. As autoras exemplificam a importância da proximidade geográfica para o desempenho do sistema, o que facilita a interação, a cooperação e conseqüentemente a construção e troca de conhecimentos tácitos. No seu artigo, elas descreveram diferentes experiências internacionais bem sucedidas de polos produtivos em indústrias de baixa tecnologia que se transformaram em verdadeiros sistemas inovativos locais, capazes de sustentar inovações através da especialização intensiva em conhecimento tácito. Mesmo apresentando níveis de organização, potenciais e configurações diversas, essas aglomerações são caracterizadas pela presença de fortes conexões dentro da cadeia de fornecedores e até mesmo de cooperação entre competidores, o que é considerado essencial para a padronização e obtenção de certificações relacionadas à exportação.

No artigo de Mytelka e Farinelli (2000) é interessante notar que sistemas marcados por indústrias de baixa tecnologia conseguiram desenvolver melhorias em termos de produção, que foram induzidas pelo conhecimento tácito, a cooperação e outras vantagens da clusterização. Essas melhorias também se traduziram em vantagens competitivas nas exportações. As interações de PMEs foram potencializadas pelas relações culturais e sociais presente no local, assim como pela circulação da mão de obra qualificada. Houve outros pontos importantes, como o impacto positivo da presença de associações e do suporte dos governos.

Cassiolato, Lastres e Maciel (2003b) também tratam da importância da esfera local na análise econômica. Eles ressaltam a questão da formação de redes de empresas para a competitividade de PMEs e mostram a relevância do conhecimento tácito para elas. A esfera local é especialmente relevante para este tipo de conhecimento, já que requer maiores relações diretas ou cara-a-cara, que são eminentemente desenvolvidas localmente. De acordo com Lastres et al. (2002), as PMEs podem ser fundamentais na economia, tanto por suas capacidades e potenciais de cooperação e interação, quanto pelo potencial que ganhos de sinergias podem trazer nos casos de aglomerações produtivas que permitem uma maior resiliência e vantagens competitivas para as empresas participantes.

Analisando arranjos de pequenas e médias empresas marcados pela cooperação, Lemos (2002) considera que a maior presença de cooperações e fluxos de informações permitem que essas empresas se capacitem e desenvolvem vantagens competitivas. Ou seja, a capacitação pode ser aperfeiçoada através da cooperação e interação horizontal entre as firmas num determinado local.

Em outro estudo sobre o local, Almeida e Kogut (1997), ao analisar os padrões geográficos da difusão do conhecimento para a indústria de semicondutores nos EUA, mostram que as redes locais de conhecimento são mais importantes para PMEs do que para empresas maiores. Eles estabelecem um quadro em que as empresas pequenas têm maiores facilidades de utilizar o conhecimento presente no sistema local para explorar novidades, especialmente quando existe uma oportunidade tecnológica ampla. O conhecimento embutido nessas empresas é especialmente relevante por ser local e não difundido internacionalmente, o que as torna competitivas no mercado internacional, especialmente através da cooperação. Porém, esse conhecimento tácito, que surge ou é aperfeiçoado por uma dinâmica local, faz com que essas PMEs sejam atrativas à aquisição por empresas maiores ou multinacionais.

Fica claro então a relevância da formação de redes, especialmente locais, já que isso potencializa a importância do conhecimento tácito na inovação. Tal conhecimento, que é mais relevante e de maior aptidão para as pequenas e médias empresas do que para as grandes, pode inclusive se tornar um diferencial no processo da concorrência. Outros pontos importantes para as redes, além das capacidades internas e qualificação dos recursos humanos, são: a presença do diálogo, da cooperação, do capital social e de outros atores além das empresas.

Sobre esse último ponto, se as redes tiverem a presença de universidades, institutos de pesquisa, do governo e até de empresas maiores, seus potenciais são aumentados, já que além de terem conhecimentos preciosos, esses atores possuem recursos que podem ser valiosos para as pequenas e médias empresas se compartilhados. Dessa forma, Rahman e Ramos (2010) apontam que as pequenas e médias empresas não possuem instalações de alta tecnologia e não tem a motivação, condição financeira para se planejar e capacidades internas para acessar as inovações. Assim, além do potencial trazido pela cooperação e interação com as universidades, institutos de pesquisa, o próprio governo e empresas maiores, esses agentes possuem acessos a laboratórios de pesquisa, outras instalações de alta tecnologia, como as instalações de aplicação piloto e prototipagem, funcionários de pesquisa qualificados, e propriedade intelectual.

2.5 A Questão das Restrições Financeiras para PMEs

Vimos anteriormente que as capacidades internas às redes de interação e cooperação e os ativos complementares são questões fundamentais para as inovações em pequenas e médias empresas. Outro ponto central que é objeto de inúmeras políticas de incentivo a PMEs é a questão dos recursos e restrições financeiras para essas firmas. A presença de recursos financeiros pode facilitar o processo inovativo, já que permitem a realização de investigações, de investimentos e de maior dedicação à inovação. A seguir, usa-se de estudos empíricos para tratar das questões relacionadas às restrições financeiras.

Em relação à existência de restrições aos investimentos, Audretsch e Elston (2002) não encontraram restrições para empresas alemãs de até 500 funcionários, usando uma base de 1970-1986, quando comparadas com grandes empresas (porém, existem restrições para médias), que são caracterizados pela presença de mercados de capitais bem desenvolvidos e complexos. O estudo sugere que o país apresenta uma relação mais íntima entre os bancos comerciais e as pequenas e médias empresas, mostrando uma influência do capital social em uma solução benéfica, através de uma característica cultural local, para o sistema de financiamento. Outra evidência para o assunto foi apresentada em OCDE (2006b) e mostra que não existe uma grande dificuldade financeira para as PMEs nos países da OCDE. Porém, existe uma dificuldade das pequenas e médias empresas de terem habilidades e informações suficientes para acessar o financiamento. Além disto, o estudo retrata uma dificuldade particular de financiamento para as pequenas e médias empresas mais inovadoras, normalmente em setores de alta tecnologia e com grande potencial de crescimento.

No estudo de Czarnitzki e Hottenrott (2011), a disponibilidade de fontes externas e internas de financiamento para a realização de P&D é explorada e demonstra a relevância das políticas públicas para a inovação nesse segmento. Usando uma grande quantidade de amostras de empresas alemãs manufatureiras, os autores acharam evidências de uma relação crescente em que firmas (de todos os tamanhos) realizam crescentes investimentos em P&D⁴⁰ se tiverem menores restrições financeiras internas.⁴¹ O investimento em P&D parece ser impactado mais fortemente pela presença de fontes internas de financiamento do que o investimento em capital, sendo as restrições financeiras em geral mais comuns para pequenas e médias empresas do que para grandes. Uma série de motivos específicos são sugeridos para a preferência do uso de financiamentos internos para P&D do que externos como dificuldade de apropriabilidade dos resultados, informação assimétrica e incerteza elevada, o que também gera um aumento do custo do capital externo.

Czarnitzki e Hottenrott (2011) também indicam que a restrição financeira externa coíbe mais a realização de investimentos de P&D quanto menor for o tamanho da firma. Então, com a maior disponibilidade de recursos externos, as pequenas e médias empresas aumentam mais os seus investimentos nessas atividades do que as firmas maiores. Essa maior elasticidade do investimento de P&D a disponibilidade de recursos externos das pequenas e médias empresas é indicativo de uma vantagem da alocação de recursos públicos em políticas inovativas de promoção de PMEs.

Numa avaliação das políticas de promoção de PMEs no Brasil a partir de dados da PINTEC, Matos e Arroio (2011) constataram que ciclos positivos macroeconômicos tiveram impactos positivos nas estratégias e na quantidade de inovações realizadas, o que inclui inovações mais sofisticadas. Além disso, foi mostrado que os programas de financiamento e crédito para PMEs, mesmo no período da crise de 2008, tiveram impactos positivos à inovação, o que indica vantagens do uso de programas de financiamento. Em relação à disponibilidade de recursos externos, Arroio e Scerri (2014) consideram que a restrição é comum para PMEs, pelo menos nos países do BRICS.

⁴⁰ Como visto na seção 2.2, a realização de gastos formais de P&D é menos comum em pequenas do que grandes empresas, que pode atrapalhar na precisão das estimações, mesmo considerando que as empresas da amostra tenham auto reportado os seus gastos de P&D.

⁴¹ Uma fraqueza em relação a medição da restrição financeira interna é que não inclui o acúmulo financeiro dos anos anteriores.

Em relação a mecanismos de apoio, analisando os programas de apoio da região da Alta Áustria, especialmente os programas de apoio financeiro à pesquisa e desenvolvimento e a infraestrutura local de suporte, Tödttling e Kaufmann (2002a, 2002b) chegaram à conclusão que a efetividade dos programas era comprometida por uma falta de apoio à comercialização das inovações,⁴² principalmente pela falta de capital de risco, apesar de serem efetivos em relação às necessidades explícitas, como as financeiras, e em relação a pequenas e médias empresas altamente inovativas. Em relação a programas públicos de capital de risco (ou *venture capital*) para a realização de P&D, Lerner (1999) mostrou impactos positivos, pelo menos pelo efeito certificação, do tradicional programa americano Small Business Innovation Research (SBIR).

Em relação às barreiras que entram a inovação, Madrid-Guijarro et al. (2009) obtiveram resultados nas suas regressões que mostram a relevância da posição financeira para as pequenas empresas, principalmente para inovações de processo e inovações organizacionais. A percepção dos custos como barreiras à inovação foi grande para os administradores, e mostrou-se mais relevante para firmas menores do que para firmas maiores. Outro resultado foi que os riscos associados aos custos e a posição financeira afetaram negativamente as inovações organizacionais, já vistas como importantes para outras inovações.

Um problema relatado tanto por acadêmicos e empresários em relação a fontes externas de financiamento na União Europeia são os difíceis requerimentos de investimento e atrasos de recebimentos de verba, enquanto os *policy makers* relataram a baixa taxa de inscrição nesses projetos por parte das empresas (MASSA; TESTA, 2008). As baixas taxas de inscrição podem estar relacionadas às restrições financeiras, à problemas de capacitação interna e a mentalidade empresarial, e a problemas na elaboração dos programas relacionados a desconexão entre as reais necessidades dos empresários.

2.6 As Implicações para Políticas de PMEs

Nesta seção, pretende-se complementar os critérios implicados pela abordagem do SNI para políticas de inovação, com o foco especial para o recorte das pequenas e médias empresas. A inovação nas PMEs mostra desafios relacionados às suas especificidades, as quais são difíceis

⁴² Uma outra questão levantada é a falta de aproveitamento das estruturas e redes regionais.

de generalizar, seja pelas particularidades produtivas e tecnológicas apresentadas por elas, como pelas particularidades relacionadas à questão local e nacional.

Neste sentido, um dos pontos que permeiam a maioria das implicações das políticas para essas firmas é o problema relatado por Massa e Testa (2008) sobre os desencontros dos objetivos e percepções dos *policy makers*, empresários e pesquisadores. Como consequência, existe o alerta de que as motivações, particularidades burocráticas e outras especificidades de cada grupo têm que ser levadas em consideração e alinhadas em uma política a ser realizada para melhorar a chance de êxito.

P&D, apesar de não ser tão realizado por pequenas e médias empresas, parece impactar positivamente na sua inovação (ROPER et al., 2008). Assim, não relegando a importância do P&D para a inovação, o apoio financeiro do governo para a realização dessas atividades em firmas menores é valioso para um melhor desempenho inovativo. Este apoio adquire maior relevância especialmente se os recursos forem entregues e os requerimentos dos programas, como a obrigação de realização de P&D, não inibam a participação. A realização de programas alternativos, como os de capacitação, seria uma outra forma de garantir um impacto positivo para as firmas excluídas de programas que explicitamente - ou implicitamente - requerem a realização de P&D.

De toda forma, uma das indicações do estudo de Arundel et al. (2008) é que as firmas que não realizam P&D usam de fontes de aprendizado relacionadas às cadeias produtivas, ou seja, fornecedores, clientes e até mesmo rivais, enquanto aquelas que realizam têm maiores conexões com agentes institucionais. Assim, o auxílio a essa atividade pode incentivar a aproximação das firmas que não realizam P&D com universidades e institutos de pesquisa, ainda que não seja possível perder de vista a questão da capacitação interna e do acesso aos programas. Uma consequência lógica dessa problemática seria o incentivo à cooperação com universidades tanto via projetos colaborativos de P&D, quanto pelo oferecimento de capacitações para as empresas. A realização de programas que requeiram P&D colaborativo ou, em menor grau, o oferecimento de capacitações, exige uma cuidadosa elaboração da política, de preferência levando em conta as considerações do parágrafo anterior sobre a exclusão de PMEs - que podem ter menores interesses, capacidades, informações ou tempo.

Assim como Hipp e Grupp (2005), Arundel et al. (2008) e Nielsen e Lundvall (2002) sugerem um maior foco no investimento em capacitações. A evidência apresentada em Madrid-

Guijarro et al. (2009) mostra dificuldades relacionadas a má qualificação dos recursos humanos, o que faz coro com a necessidade de maior dedicação às capacitações. Outro ponto importante é a capacidade de aprendizado e adaptação, o que pode ser influenciado pela organização interna das firmas de uma forma que voltadas para a inovação, como presente em Gallego et al. (2013) e Nielsen e Lundvall (2002). Assim, o foco nas capacitações é um importante ponto para as políticas de inovação, mas não podem ser voltadas somente para capacitações técnicas e acadêmicas. É necessária também a inclusão de capacitações sobre técnicas e estratégias administrativas, especialmente as estratégias ligadas às capacidades de aprendizado e adaptação das firmas.

Outro ponto considerado importante para a inovação é que a formação de conexões interativas e/ou cooperativas com os diversos atores do sistema podem ser benéficas às inovações. Assim, mesmo essa questão já sendo considerada importante para os Sistemas Nacionais de Inovação, Mytelka e Farinelli (2000), Lastres et al. (2002), Cassiolato et al. (2003b), Almeida e Kogut (1997) mostram que a dimensão local é sobretudo relevante às PMEs, graças particularmente ao conhecimento tácito e a configuração de mercados. Assim, as redes (em especial as locais) juntamente com a cooperação, constituem-se em potenciais construtores de vantagens competitivas para as pequenas e médias empresas. O P&D e maiores capacidades internas também parecem facilitar a cooperação, especialmente com as universidades e afins.

Para as PMEs que não realizam P&D, a difusão de conhecimento a partir de fornecedores parece ser mais importante do que para as que realizam (ARUNDEL et al., 2008). Ou seja, elas são mais dependentes da interação e possivelmente das redes locais para inovar. Assim, garantir condições de interação entre empresas, especialmente localmente, pode ser importante. É relevante que as capacidades produtivas e inovativas estejam presentes nas empresas locais, especialmente as tecnologias e técnicas que possam ser valiosas para um conjunto atividades produtivas, como visto em Gadelha (2001) na seção 1.4. Outro ponto é que as redes com presença de institutos de pesquisa e de instituições do governo, também podem suprir a necessidade de ativos complementares, como trazido por Rahman e Ramos (2010), e que por muitas vezes só podem existir de forma local.

Assim, Czarnitzki e Hottenrott (2011) e Madrid et al. (2009) mostram uma vantagem das disponibilidades de recursos e sugerem um ponto importante a ser promovido em uma política inovativa. Czarnitzki e Hottenrott (2011) mostram problemas principalmente entre as

restrições financeiras e o investimento de P&D, sendo a disponibilidade de recursos especialmente impactante nesse quesito. Porém, para corrigir a disponibilidade financeira apenas com o objetivo que as empresas realizem mais P&D, pode ser mais eficiente oferecer financiamentos diretos a essa atividade. Do ponto de vista de políticas, Tödting e Kaufmann (2002a; 2002b) mostram que a falta de foco na comercialização e a ausência de capitais de risco nos programas de apoio, atrapalham na comercialização de inovações. Como visto em Lerner (1999), os programas que fazem aportes financeiros que funcionam como capitais de risco tem efeitos positivos para o investimento nas empresas, pelo menos através do efeito certificação. Isto é complementar ao problema relatado em OCDE (2006b), que mostra a falta de recursos para empresas mais inovadoras e com alto potencial de crescimento. Vale novamente ressaltar a necessidade de transparência e acessibilidade para que as empresas tenham maior acesso aos recursos.

Os resultados de Massa e Testa (2008) e Arundel et al. (2008) indicam que deve haver um cuidado especial para as especificidades dessas empresas e suas reais necessidades, além de questões da burocracia, divulgação e problemas relacionais entre as partes participantes -por exemplo as diferenças e dificuldades quando se têm a presença das universidades. Em Arundel et al. (2008), fica claro que as pequenas empresas (até 50 empregados) e empresas médias têm menores chances de serem contempladas por programas de suporte, mesmo os que não requerem a realização de P&D. Isso mostra que o foco das políticas públicas na OCDE não estava voltado para empresas menores. Relacionada a essa questão da política pública, Zhu, Wittmann e Peng (2011), em um estudo sobre políticas para PMEs chinesas, mostram que elas podem não ter tempo hábil e foco para acessarem programas de apoio. Então, eles indicam o uso de instituições intermediárias para facilitar o acesso.

Em relação à coordenação de diversos níveis de governo, o estudo de Okamuro e Nishimura (2019) mostra efeitos positivos de subsídios ao P&D em pequenas e médias empresas em três níveis de governo (município, prefeitura⁴³ e nacional) para a produtividade, medindo efeitos conjuntos e separados, os autores mostraram efeitos positivos desses subsídios para ambos os tipos. Em níveis locais, os subsídios foram mais impactantes no desempenho produtivo das empresas quando comparadas com as esferas mais altas, mas não com os impactos da realização em conjunto. A indicação do estudo de Okamuro e Nishimura (2019) é tanto de efeitos mais benéficos dessas políticas realizadas em âmbito local, quanto de efeitos

⁴³ Equivalente a estado no Brasil.

mais positivos relacionados à realização delas em conjunto. Storper (1995) argumenta que políticas de fomento realizadas regionalmente têm capacidade de trazer benefícios para outras áreas, o que justificaria a ação por parte do governo federal. Dadas as lições do primeiro capítulo, podemos inferir que a realização delas de forma local com alguma forma de coordenação em esferas políticas maiores podem ser mais efetivas.

No primeiro capítulo vimos que as lições da literatura do SNI são: (i) importância do aprendizado e da capacitação; (ii) importância da inovação e da difusão da inovação; (iii) o alinhamento da política com uma perspectiva estratégica do desenvolvimento com aceitação social; (iv) diálogo entre as agências responsáveis pelas políticas, a academia, associações de classe e organizações de representação e governança de sistemas produtivos e inovativos, assim como a interação do setor privado com esses agentes; (v) consideração da estrutura produtiva, em suas especificidades regionais, setoriais e tecnológicas, para escolha de temas estratégicos, para o direcionamento da política; (vi) o foco em atores coletivos e na cooperação; (vii) foco em particularidades regionais e locais.

Pode-se perceber que no caso das PMEs as lições das evidências empíricas e de outros trabalhos estão muitas vezes incluídas na lista de itens. Isto talvez aconteça pelo fato das lições da abordagem do SNI serem muito amplas, dado a determinação de se criar recomendações que sejam adaptáveis às diferentes realidades, ou seja, para não se recomendar políticas do tipo "*one-size-fits-all*" ou "melhores práticas". Outra possibilidade é a característica da abordagem de não marginalizar fatores que possam influenciar o processo inovativo e pela procura por incluir no referencial as questões negligenciadas por outras literaturas. Esse foi o caso das PMEs até há relativamente pouco tempo, como fica evidente pela forma de pensar sobre o processo inovativo nos modelos de inovação apresentados na seção 1.2.

Voltando para o proposto, no item (i) se poderia especificar que as PMEs, diferentemente das grandes empresas, podem ser mais dependentes de aprendizados interativos com fornecedores e concorrentes requerendo mais apoio das políticas de inovação para o acesso à infraestrutura tradicional de C&T. Porém, isso não significa desconsiderar que o aprendizado na cadeia produtiva seja relegado, já que ele pode ser uma importante fonte de vantagens competitivas. A questão mais cara do item (i) é o apoio às capacitações, já que é mais que visível a necessidade dessas empresas nesse quesito. Um ponto que está conectado com as capacitações é a capacidade de aprendizado e adaptação - o que inclui métodos organizacionais -, e devem ser consideradas quando se pensa em capacitação. As PMEs também podem ter

maiores dificuldades relacionadas a desafios financeiros e ao acesso à ativos complementares que podem comprometer o aprendizado. Então, a indicação pode ser de um direcionamento da política para essas questões específicas - acesso a infraestrutura de C&T, capacitações, recursos financeiros e ativos complementares -, o que inclui alterar a linguagem da recomendação na lista de critérios por uma mais incisiva.

No item (ii), a inovação continua sendo um fator central para essas empresas, que são inovadoras, porém as características particulares mostram que elas são particularmente dependentes da difusão de inovações, fator que pode ser incentivado também através do maior foco na interação e cooperação, assim como na construção de capacidades internas. Sobre as inovações, as restrições financeiras podem ter um impacto maior do que nas grandes empresas, devendo ser consideradas especialmente para a realização de atividades inovativas e para empresas em setores de alta tecnologia com alto potencial de crescimento. Outro ponto é que o tipo das inovações, a depender do setor ou tecnologia, é diferente entre as PMEs. Então, a visão seria que deve-se considerar que em alguns setores de mais baixas tecnologias o foco pode ser maior promoção da difusão, enquanto em outros de mais alta tecnologia deveriam ser promovidos o melhoramento dos fatores financeiros para a realização de P&D. Para serviços, o mais importante seria a qualificação da mão de obra. Todavia, isso não deve ser considerado de forma cartesiana, mas apenas como uma ressalva que pode ou não estar certa.

Para o item (iii), que trata do alinhamento estratégico, no caso das PMEs parece haver uma falta de alinhamento básico entre as políticas e as necessidades, motivações e objetivos dessas empresas. Supostamente, isso poderia ser resolvido com o foco no item (iv), mas não adianta o diálogo se não houver de fato esse alinhamento. Então, a sugestão é de incluir essa questão ao item (iii). Em relação ao item (iv), talvez uma possível forma de facilitar o diálogo com essas empresas seja a criação de associações de classe que representem esse recorte.

A consideração da estrutura produtiva parece ser um item transversal que parece ter influência em todos os outros. Então no item (v), a estrutura produtiva deve ser considerada não somente para balizar os temas estratégicos da política, mas também para melhor direcionar a realização dos programas de acordo com as diferentes especificidades das PMEs. A própria consideração das particularidades das PMEs parece ser um subitem do item (v).

Os itens (vi) e (vii) estão relacionados, e merecem especial consideração para as PMEs, já que dependem mais do conhecimento tácito do que as grandes empresas. Além disso, por

serem mais localizadas, elas podem conter conhecimentos locais de difícil reprodução, o que podem se tornar em vantagens competitivas fortes para essas empresas. Então o panorama da política para os itens (vi) e (vii) seria o seguinte: o foco na interação entre redes de empresas e outros atores, sendo potencializados por questões que são eminentemente locais ou regionais, como as questões culturais e sociais, o que pode ser ainda mais incentivado através da cooperação. Este último ponto está relacionado com a presença de maiores capacidades inovativas e a realização de P&D. Em relação aos atores acadêmicos, a presença deles nas redes pode impactar fortemente a inovação, por uma maior chance de interação, incluindo via cooperação, além de serem uma importante fonte externa de conhecimento e conterem ativos complementares que podem ser relevantes para as PMEs.

Dessa forma, se poderia propor uma nova listagem de itens com a adição de um item chamado "consideração das especificidades de pequenas e médias empresas", mas como a maioria dessas especificidades estão conectadas com os itens da seção 1.4 a proposta aqui será adaptar-lhe da seguinte forma: (i) foco no aprendizado, **especialmente o interativo, ponderando as diferenças entre as empresas e ênfase intensa na capacitação e disponibilização de recursos, incluindo ativos complementares**; (ii) importância **dos tipos de inovação de acordo com especificidades das empresas**, e ênfase na difusão da inovação (iii) o alinhamento da política com uma perspectiva estratégica do desenvolvimento com aceitação social, e **alinhamento entre as necessidades, motivações e objetivos dos stakeholders (empresas, acadêmicos e policy makers)**; (iv) diálogo entre as agências responsáveis pelas políticas, a academia, associações de classe e organizações de representação e governança de sistemas produtivos e inovativos - **com ênfase para instituições com atuação local e regional específica** -, assim como a interação do setor privado com esses agentes; (v) consideração da estrutura produtiva, em suas especificidades regionais, setoriais e tecnológicas, para escolha de temas estratégicos, para o direcionamento da política e **para o melhor direcionamento dos instrumentos de apoio**; (vi) o foco em atores coletivos e na cooperação, **com ênfase às redes locais e a presença de atores acadêmicos**; (vii) **intensificação no foco em particularidades regionais e locais**. O Quadro 1 compara a lista de critérios apresentadas na seção 1.4 com os critérios apresentados neste parágrafo.

Quadro 1 - Comparação entre critérios para definição de uma política de inovação como sistêmica

	Critérios para uma política sistêmica	Critérios para uma política sistêmica voltado para PMEs
--	---------------------------------------	---

(i)	importância do aprendizado e da capacitação	foco no aprendizado, especialmente o interativo, ponderando as diferenças entre as empresas e ênfase intensa na capacitação e disponibilização de recursos, incluindo ativos complementares
(ii)	importância da inovação e da difusão da inovação	importância dos tipos de inovação de acordo com especificidades das empresas , e ênfase na difusão da inovação
(iii)	o alinhamento da política com uma perspectiva estratégica do desenvolvimento com aceitação social	o alinhamento da política com uma perspectiva estratégica do desenvolvimento com aceitação social, e alinhamento entre as necessidades, motivações e objetivos dos stakeholders (empresas, acadêmicos e policy makers)
(iv)	diálogo entre as agências responsáveis pelas políticas, a academia, associações de classe e organizações de representação e governança de sistemas produtivos e inovativos, assim como a interação do setor privado com esses agentes	diálogo entre as agências responsáveis pelas políticas, a academia, associações de classe e organizações de representação e governança de sistemas produtivos e inovativos - com ênfase para instituições com atuação local e regional específica -, assim como a interação do setor privado com esses agentes
(v)	consideração da estrutura produtiva, em suas especificidades regionais, setoriais e tecnológicas, para escolha de temas estratégicos, para o direcionamento da política	consideração da estrutura produtiva, em suas especificidades regionais, setoriais e tecnológicas, para escolha de temas estratégicos, para o direcionamento da política e para o melhor direcionamento dos instrumentos de apoio
(vi)	o foco em atores coletivos e na cooperação	o foco em atores coletivos e na cooperação, com ênfase às redes locais e a presença de atores acadêmicos
(vii)	foco em particularidades regionais e locais	intensificação no foco em particularidades regionais e locais.

Fonte: Elaboração Própria com base em Mezzadra (2018).

Assim, considera-se aqui que as políticas de inovação com foco para PMEs terão caráter sistêmico se considerar boa parte dos itens do referencial proposto no parágrafo anterior. A questão aqui não é a quantidade de itens que a política satisfaz, pois o referencial serve para facilitar e simplificar a análise de uma política de inovação, devendo ser maior o foco na qualidade e na intensidade dos fatores para poder gerar algum juízo de valor sobre o grau de sistematicidade da política. Isto é, ele resume as questões consideradas importantes para a abordagem do SNI e para as especificidades das PMEs, ponderando a análise de uma política sobre essas duas óticas, para poder construir uma conclusão até apreciativa sobre a qualidade da política.

CAPÍTULO III - ANÁLISE DA POLÍTICA DE INOVAÇÃO NA ALEMANHA COM FOCO PARA PEQUENAS E MÉDIAS EMPRESAS

A escolha do estudo de caso, assim como o tema da monografia, está relacionada com a realização por Matos, Vasconcelos, Braga e Rocha (2019) de um estudo sobre as políticas de promoção de pequenas e médias empresas. O foco do relatório foi a contraposição da política brasileira com a experiência internacional, e boa parte da descrição dos programas e das estratégias de diversos países, incluindo a Alemanha, podem ser encontradas no relatório. A proposta deste capítulo é a análise desses instrumentos a partir do referencial desenvolvido na seção anterior e do aprofundamento da descrição da política de inovação alemã em comparação ao relatório.

Como as políticas de inovação dos países são muito extensas e existe uma quantidade muito grande de possíveis políticas implícitas e explícitas, seria inviável abordá-las e descrevê-las, em sua totalidade, no contexto de uma monografia. No caso específico da Alemanha, ainda poderiam ser incluídas as políticas explícitas supranacionais, do âmbito da União Europeia, mas, assim como dito anteriormente, sua extensão seria incompatível para inclusão neste trabalho. Portanto, as políticas incluídas nesta monografia foram escolhidas de acordo com a sua relevância com o tema e com o impacto no desempenho inovativo. Para analisar as políticas, optou-se pelo uso, na sua maioria, de documentos de proposição ou divulgação por parte do governo – o que pode limitar a análise. Nessa mesma lógica, escolheu-se como base o ano de 2016 e como limite o ano de 2020. O início do período está conectado com o lançamento da mais nova estratégia geral que guia a política de inovação alemã, e o limite com o último período possível dado a data de realização do trabalho.

A Alemanha faz uso de documentos detalhados (e.g. BMBF, 2018a, 2018b; BMWi, 2016) para delinear as suas estratégias de atuação de forma geral, incluindo a inovação. Os documentos normalmente são produzidos pelo Ministério da Economia e Energia (BMWi) e pelo Ministério da Educação e da Pesquisa (BMBF), o que justificou a limitação da análise apenas à programas realizados por esses ministérios. Essas instituições capitaneiam o esforço inovativo para as empresas em geral, com foco especial para as PMEs e para o apoio à infraestrutura de C&T do País. Nos programas, essas duas dimensões são importantes para a inovação e, por isso, são comumente abordadas de forma conjunta. Vale apontar que as PMEs

também têm um enfoque especial nas políticas de inovação, sendo importantes socialmente já que o conjunto das Mittelstand é uma espécie de orgulho nacional.⁴⁴

Na Alemanha, as altamente estimadas médias empresas são definidas pelo termo Mittelstand. A falta de uma definição consolidada sobre as suas características abre espaço a diferentes interpretações do que seria necessário em uma empresa para ser considerada uma Mittelstand.⁴⁵ O Institut für Mittelstandsforschung Bonn, determina um faturamento anual de até 50 milhões de euros e até 500 funcionários. Outro termo importante em alemão para designar as pequenas e médias empresas é o de Kleine und Mittlere Unternehmen (KMU).

De acordo com a definição da União Europeia, empresas de até 250 funcionários e 50 milhões de faturamento ou até 43 milhões em ativos são consideradas PMEs. As pequenas empresas são definidas por terem até 50 funcionários e até 10 milhões de faturamento ou em ativos. As micro são definidas por terem até 10 funcionários e até 2 milhões de faturamento ou em ativos.

Como visto anteriormente, as PMEs alemãs realizam mais P&D do que a média europeia (SILVA, 2017). Em relação à fonte de inovação, as PMEs dão maior relevância ao contato com outras empresas e fornecedores do que com atores acadêmicos, como fica evidente nos Anexos B e C. Em relação às grandes empresas, como visto na Tabela 3 (seção 2.2), as PMEs alemãs têm menores capacidades inovativas, se as atividades inovativas mais complexas, como P&D interno, forem consideradas como *proxy* da capacidade inovativa.

3.1 Contexto de Políticas

A Alemanha passou por diversas transformações no fim do século XX, com a Reunificação Alemã, a abertura dos antigos países comunistas que fazem fronteira com o País e a criação do Mercado Comum Europeu, marcado pela introdução da moeda Euro para diversos países na Europa. Mesmo com essa turbulência, a Alemanha tem um papel político e econômico central na Europa, sobretudo na União Europeia.

⁴⁴ As empresas Mittelstand são frequentemente associadas pela imprensa a expressões como: “espinha dorsal” ou “campeões invisíveis” da economia do país (ULRICH, 2012; SCHOSSLER, 2018).

⁴⁵ O termo em alemão faz referência às médias empresas, todavia, as pequenas são incluídas em traduções e na definição de programas que usam esse termo, mas apoiam tanto as médias quanto as pequenas empresas.

A Alemanha possui também uma grande tradição exportadora. De acordo com Cesaratto (2010), o país tem uma tendência a superávits na balança comercial e na conta corrente desde a década de 50. Assim, ele descreve que o país executava uma política deflacionária, com ajuste fiscal, forçando a diminuição do consumo doméstico, e moderação salarial, o que significava que o crescimento dependia das exportações. Medeiros (2004a) descreve que a moderação salarial era promovida indiretamente pelo desemprego e de ataques a rigidez do mercado de trabalho, enquanto o ajuste fiscal era realizado através da redução das transferências diretas.⁴⁶

Com a introdução dos sistemas de controles monetários europeus e a posterior união monetária na década de 90, ficou impossibilitado o ajuste cambial dos outros países europeus para compensar a competitividade comercial alemã, via a maior produtividade e seus preços mais baixos. Mas com a generalização das políticas adotadas pela Alemanha para outros países, uma parte do potencial de desvalorização de preços relativos foi perdida, especialmente através do rigor fiscal do Tratado de Maastricht de 1992 - a expansão da demanda externa alemã via gastos do governo de outros países europeus foi limitada (CESARATTO, 2010).

De acordo com Lehndorff (2012), porém, o país passou por pesadas alterações estruturais trabalhistas causadas por mudanças introduzidas pelo enfraquecimento dos sindicatos e dos acordos coletivos, especialmente nos setores de serviços. Além disso, a reorganização das cadeias produtivas levou à diminuição dos padrões de trabalho, assim como as privatizações. Também houve reformas tributárias, que pressionaram os salários dos servidores públicos e novas regulações trabalhistas⁴⁷ que aumentaram a mobilidade do trabalho, flexibilizaram o número de horas e diminuíram direitos. Assim, os salários reais foram sistematicamente mantidos abaixo dos crescimentos de produtividade, mantendo crescimentos salariais baixos relativos à Europa (BASTASIN, 2013).

Então, sendo o país marcado pelo rigor fiscal e pela moderação do salário relativo - o que seria uma barreira para o aumento das importações mesmo em caso de crescimento, que por sua vez garantiria superávits na balança comercial -, a taxa de câmbio alemã comparada a outros países da Zona do Euro, quando considerados os preços relativos, em especial do trabalho, permaneceu reduzida (LEHNDORFF, 2012). De acordo com Lehndorff (2012), isso se traduziu em superávits na conta corrente, sobretudo com países europeus, que foram usados

⁴⁶ Principalmente durante o governo de centro-direita de Helmut Kohl (1982-1998).

⁴⁷ Ver "Reformas de Hartz".

para financiar os déficits comerciais dessas nações (CESARATTO, 2010). Essas políticas não foram desconectadas da política industrial e foram influenciadas por outros fatores, como a mudança dos hábitos de consumo internacionais, que favoreceram os produtos alemães - em especial os bens de luxo, como carros de alto padrão (DAUDERSTÄDT, 2012). Além disso houve a padronização, maior integração e maior circulação de serviços e mercadorias na União Europeia e ao redor do mundo, sendo a Alemanha um dos mais beneficiados dessa integração econômica (BASTASIN, 2013).

Essa política de liderança nas exportações, que culminou nas políticas estratégicas adotadas no início do século XXI (DAUDT; WILLCOX, 2016), foram marcadas por estímulos macroeconômicos e comerciais que geraram um verdadeiro *export-led-growth* no país. Storm e Naastepad (2015) atribuem o desempenho alemão, em especial a recuperação depois da crise de 2008, não à competição via preços relativos - como descrito anteriormente -, mas à sua competitividade absoluta, advinda da superioridade tecnológica e, em especial, dos setores corporativistas, que foram menos desregulados e seus salários se mantiveram relativamente mais estáveis. Esta afirmação está de acordo com Lehndorff (2012) em relação à diferenciação de salários entre os setores tradicionais industriais e os de serviços (*non-tradables*) e com Dauderstädt (2012) em relação aos tipos de produtos que lideraram as exportações. Por outro lado, Marin (2010) mostra que também existe o *outsourcing* de empregos de mão de obra qualificada para os países do Leste Europeu.

Assim, de acordo com Bastasin (2013), o país constituiu um centro industrial que foi auxiliado pela formação das Cadeias Globais de Valor (CGV), bem posicionado para colher frutos do novo papel manufatureiro chinês e da abertura dos países do leste europeu. De forma geral, a fabricação de peças foi transferida para o leste asiático e, a partir de aquisições de plantas por empresas alemãs nos países do Leste Europeu, esses países viraram locais de montagem. Estas mudanças levaram a produção interna alemã para a conclusão de bens finais e fez uso de sua avançada indústria e mão de obra qualificada, mas mantendo um setor de serviços com menor produtividade e menor dinamismo, com menos horas trabalhadas. Isso possibilitou superávits de exportação, o que possibilitou novos investimentos fora do país, aumentando a demanda exportadora. Ou seja, houve uma transformação das empresas alemãs em empresas globais sem a realização de grandes investimentos produtivos internamente (BASTASIN, 2013), com diminuição dos salários focados em setores não integrados à exportação - apesar de Marin (2010) apresentar problemas relacionados ao *outsourcing* de mão

de obra qualificada - e uma depressão da demanda, via restrições fiscais e a cultura de poupança da população (STORM; NAASTEPAD, 2015) .

O foco da política industrial alemã na construção da liderança nas exportações, como reportado por Daudt e Willcox (2016), ocorreu pelo menos desde 2006, quando surgiu a primeira estratégia High-Tech, uma ampla política de inovação para consolidação da liderança em exportações e em tecnologia.

Em resumo, a política implícita do país foi voltada à exportação através de: relativa desvalorização cambial via compressão salarial dos setores não exportadores, garantindo preços relativos baixos se comparados a outros países europeus; mudanças estruturais no panorama comercial via mudanças institucionais principalmente na Europa aliadas à tecnologia avançada e políticas de inovação industrial com apoio corporativista. Isso permite dizer que o país tem um alinhamento forte entre suas políticas e traz indícios de consenso social, apesar de existir um problema conhecido de desigualdade relacionado à compressão salarial. Então, parece existir um alinhamento da política implícita com uma perspectiva estratégica como pedido pelo item (iii).

3.2 Programas Estratégicos: Die Neue High-Tech Strategie 2025 e outros

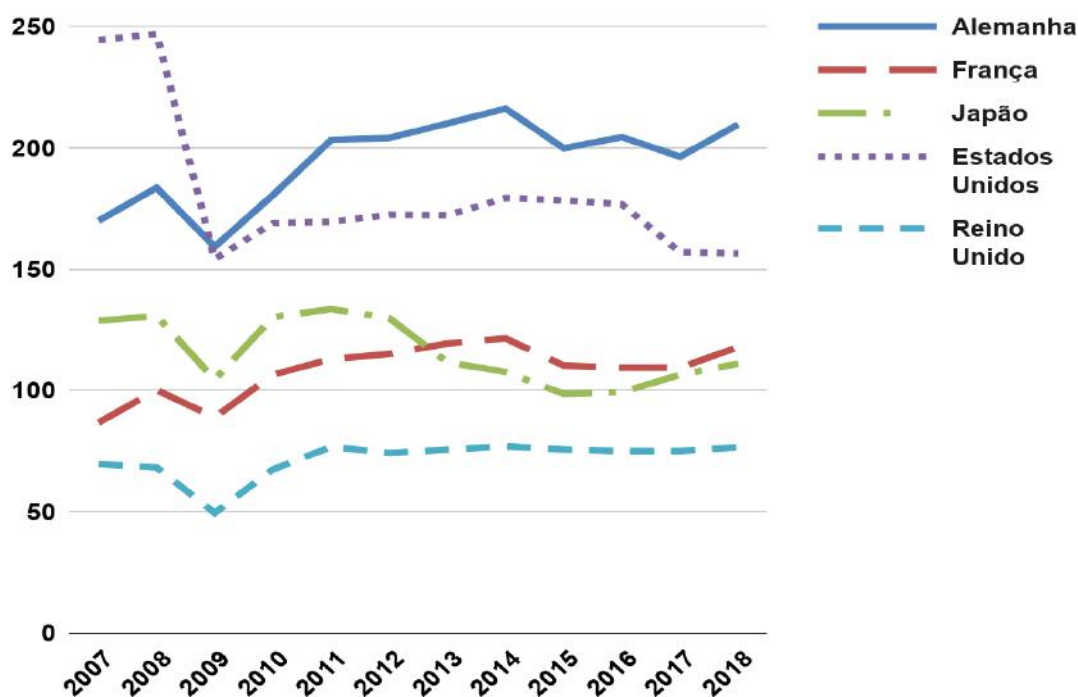
Sob a égide do programa estratégico para a inovação, Die Neue High-Tech Strategie 2025 (doravante HTS 2025) (BMBF, 2018a), diversos programas são realizados para incentivar a pesquisa e a inovação na Alemanha. Essa versão da estratégia, começada em setembro de 2017, visa conectar a resolução de problemas sociais e ambientais com a questão do progresso econômico através da inovação e tecnologia, ligando as pontas entre diferentes iniciativas do governo federal alemão. Dessa forma, a HTS 2025 busca concentrar seus esforços para a solução de desafios que podem apresentar ganhos de sinergia e que contribuam para o desenvolvimento do país no sentido amplo. Como visto anteriormente, a estratégia remonta ao ano de 2006, quando a sua primeira versão foi lançada, sendo seu foco na liderança comercial exportadora.

O foco do programa atualmente continua em manter a liderança comercial alemã e fica evidenciado pela sua linguagem:

In 2016, Germany achieved a global trade share of 11.6 percent with research-intensive goods. This means Germany occupies a leading position compared to other European countries. [...] Technology companies and business models in many parts of the world are challenging our economy with innovative products and services (BMBF, 2018a, p. 9).

Ou seja, o país sabe que a competição global via tecnologia é intensa e deve usar de todas as capacidades do governo federal para coordenar uma política que no mínimo consiga a manutenção da posição exportadora de bens de alta tecnologia a nível global. Como pode-se ver na Figura 1, de acordo com dados do Banco Mundial, entre os anos 2007 e 2018, as exportações de alta tecnologia da Alemanha cresceram a uma taxa média de 1,77% a.a., totalizando 23% em 11 anos.

Figura 1 - Exportações de alta-tecnologia em bilhões de dólares (correntes)



Fonte: Elaboração própria a partir de dados do Banco Mundial

A HTS 2025 é dividida em três pontos principais: superação de grandes desafios; desenvolvimento das competências, no sentido amplo; e estabelecimento da inovação aberta e da cultura de risco. A lógica é coordenar os esforços para a solução de grandes problemas ou desafios, organizados em temas nos quais a superação teria efeitos inovativos que melhorariam

a competitividade da economia ao mesmo tempo em que aumentariam a qualidade de vida da população. Os temas da HTS 2025 são: Saúde e Cuidados; Sustentabilidade, Proteção Climática e Energia; Mobilidade; Áreas Urbanas e Rurais; Segurança e Proteção;⁴⁸ e Economia e Trabalho 4.0 (BMBF, 2018a).

A ideia da HTS 2025, então, é que a superação dos problemas em cada área será possível através de inovações em tecnologias-chave, capacitação dos recursos humanos e participação social. Isso está conectado com o terceiro ponto da estratégia, a inovação aberta e da cultura de risco (ou *venture culture*), que significa a promoção de inovação tendo como base uma atividade inovativa aberta por parte da cooperação pelos atores do sistema. Assim, a construção dos temas está relacionada com as mudanças da estrutura produtiva, com forte influência do conceito da *Industrie 4.0* e da criação da Plataforma 4.0. Desta forma, os esforços consistem na modernização da indústria e da economia através, principalmente, da digitalização e de esforços cooperativos, que incluem pequenas e médias empresas, grandes empresas, institutos de pesquisa, universidades e o governo. Os potenciais da digitalização deveriam ser usados para a promoção da inovação aberta na economia, criando redes de conhecimento e inovação (BMBF, 2018a).

De acordo com ABDI (2017), a Plataforma 4.0 e o conceito de modernização industrial (*Industrie 4.0*) usado também pelo HTS 2025 surgiram a partir da articulação central no meio empresarial em 2011, que contou com a academia e com o apoio do BMBF e foi gerida inicialmente por entidades de classe de fora do governo, de três setores da indústria, sendo incorporada na estratégia do governo em 2015. Em relação ao diálogo entre as partes interessadas e governança, a estratégia criou um fórum consultivo, com a presença de representantes da indústria, da sociedade civil e da academia, e uma mesa redonda de ministros dentro do governo (BMBF, 2019).

No relatório em inglês do BMBF (2018a) - que define o que é a HTS 2025 - existem subtemas, em relação a cada um dos três pontos principais da estratégia, que se traduzem em campos de ação concretos, com a listagem de inúmeras iniciativas de pesquisa e inovação para cada subtema. Essa lista de iniciativas poderia ser analisada neste trabalho, já que todas elas poderiam ser consideradas fomentadoras do SNI alemão. No entanto, como seu volume é

⁴⁸ A segurança e privacidade de dados na Alemanha é um tema muito importante.

elevado, apenas algumas iniciativas relacionadas ao recorte de pequenas e médias empresas será considerado neste estudo.

Fica clara também a característica *mission-oriented* da HTS 2025 e que pode fazer uso de vários instrumentos do governo federal para auxiliar no objetivo, como: investimentos em educação em vários níveis, investimentos em P&D; e cooperação internacional (BMBF, 2019). Assim, o governo não tem um papel ativo na resolução das missões, como por exemplo, o papel do governo americano visto em Mazzucato (2018) e Medeiros (2004b). O foco então é de melhorar e coordenar a infraestrutura de C&T.

Neste ponto vale a pena fazer uma ressalva: o tema das Áreas Urbanas e Rurais está relacionado com as diferenças regionais do país. O desafio regional no caso alemão é um reflexo das maiores dificuldades enfrentadas pelo Leste e por áreas rurais, que apresentam menor produtividade, problemas demográficos mais sérios e menor densidade das cadeias produtivas (BMW, 2016a). No contexto da HTS 2025, todas as regiões consideradas estruturalmente mais frágeis - o que inclui em sua maior parte as áreas rurais e a região da antiga Alemanha Oriental - têm destaque especial. Então, apesar de grande descentralização produtiva, especialmente quando comparado com a realidade brasileira, o país tem uma preocupação regional forte.

Do ponto de vista fiscal e do investimento do P&D, com a ajuda dos *Länder* (estados, no Brasil) e da iniciativa privada, a estratégia procura ajudar o país a alcançar a marca de 3,5% do PIB em investimentos em P&D (BMBF, 2018a), e pretende criar incentivos fiscais à P&D. No contexto do programa, os investimentos do governo federal eram previstos em 15,8 bilhões de Euros, em 2018 (BMBF, 2019). Em relação à coordenação entre os entes federativos, existem muitas iniciativas em conjunto, como o pacto pelo ensino superior realizado entre os estados e o governo federal que procura realizar investimentos conjuntos que aumentem a quantidade de vagas no ensino superior e melhorem a qualidade do ensino (BMBF, 2018b). Porém, de acordo com Sofka, Shehu e Hristov (2018), as estratégias e instrumentos de execução são muitas vezes divergentes e heterogêneos.

Existem também estratégias auxiliares sobre o assunto como a *Digitale Strategie 2025*, que contém uma estratégia para a digitalização da produção no país. Elas consistem em documentos mais detalhados sobre a sua área de atuação e podem ou não ser conectados com a estratégia principal. A *Digitale Strategie 2025* foi lançada em 2016 e seus pontos principais estão incluídos na HTS 2025. A estratégia consiste num plano para a digitalização da economia

alemã de forma geral e que tenta sistematizar o uso de projetos já existentes e os debates e recomendações anteriores. O documento foi feito pelo BMWi, com a colaboração de membros da academia, da indústria e do governo, e a sua abordagem traz soluções diversas e conjuntas do ministério para implementar uma digitalização da economia e da sociedade alemã. Essa estratégia promove uma visão ampla para a digitalização, abrangendo inúmeras ideias e recomendações em várias áreas diferentes, como infraestrutura, educação, regulação, empresas, incluindo PMEs, força de trabalho e inovação (BMWi, 2016b).

Outra estratégia auxiliar e que mostra que o governo alemão atribui um papel estratégico e central às PMEs é o “Programa de Ações para o Futuro das PMEs Alemãs”, divulgado em documento de mesmo nome elaborado pelo BMWi em 2016. Neste documento, o ministério aponta os principais desafios a serem enfrentados por essas empresas e define quais medidas estão sendo e quais deverão ser tomadas para a superação desses desafios. O programa de ações para o futuro das PMEs estabeleceu dez desafios importantes a serem tratados.

Assim, percebe-se que a HTS 2025 está de acordo com o desenvolvimento do país como um grande país exportador industrialmente, mas não faz grandes investimentos industriais como foram realizados nas grandes políticas industriais do passado, como por exemplo pelo PND no Brasil. O foco existente é no aumento do dinamismo da realização de inovações, na difusão delas e na qualificação da mão de obra, o que mostra sua conexão com os itens (i) e (ii) do capítulo 2.

A HTS 2025, em linhas gerais, coleciona a consideração de alguns itens delineados no capítulo 2, como o item (iii), que é o alinhamento da política com uma perspectiva estratégica, e alinhamento com as necessidades dos *stakeholders*, já que está de acordo com a política alemã de manutenção da liderança nas exportações, conta com a presença de uma governança representativa e está levando em consideração problemáticas sociais e ambientais importantes. Também está de acordo com o item (iv), pois incorpora pontos derivados do diálogo entre as agências, associações de classe e governança - mais notadamente através da consideração dos desenvolvimentos da Plataforma 4.0, feito por associações de classe patronal do setor privado com a participação do governo. A consideração da estrutura produtiva, visando promover tecnologias-chave, também parece ser um ponto central do programa, com foco especial para a digitalização, ou seja contemplando o item (v), já que promove iniciativas que consideram as tecnologias e setores, e até mesmo diferenças regionais para a definição de temas e das iniciativas de pesquisa e inovação. O item (vi) relacionado ao foco em atores coletivos e a

inovação e que foi enfatizado os atores acadêmicos, também foi considerado pelo programa estratégico, já que tem o objetivo de mudar o panorama empresarial para maior foco em cooperação, inovação aberta e a maior participação dos diversos atores, em especial os acadêmicos, que também são incentivados através de diversas iniciativas de pesquisa.

Na próxima seção serão descritos alguns elementos da infraestrutura tradicional de C&T já que tem uma forte conexão com a HTS 2025 e com os programas de inovação para PMEs que serão analisados nas outras seções. Vale ressaltar que a maioria dos programas desenvolvidos não foram criados como consequência da HTS 2025, por isso vale a pena olhar mais detalhadamente os programas para PMEs e continuar usando o referencial desenvolvido no capítulo 2, para analisar a totalidade dos programas considerados, não apenas de uma estratégia geral. Inclui-se aqui programas específicos para pequenas e médias empresas, contando com incentivos à interação e cooperação através de redes com presença de empresas, universidades e institutos de pesquisa, ou através de projetos de pesquisa colaborativos.

3.3 Rede de Institutos e Sociedades de Pesquisas na Alemanha

A rede de Institutos e Sociedades de Pesquisa na Alemanha é um importante componente da infraestrutura tradicional de C&T do país. Além do papel usual de realização de pesquisas - cooperativas ou não -, constitui um importante elo para a difusão de inovações e aprendizados a partir da interação e da cooperação. Essa rede também está fortemente conectada com a infraestrutura de transferência tecnológica do país.

Os institutos e sociedades de pesquisa são bem estruturados e estabelecidos, realizando pesquisa e desenvolvimento em vários segmentos diferentes e desempenhando um papel importante nas descobertas científicas e tecnológicas e na inovação, não obstante o seu papel como ponte entre a academia e as empresas alemãs. Além das universidades, academias de ciências e humanidades, e empresas que realizam pesquisas, os institutos de pesquisa são as principais instituições alemãs para a pesquisa,⁴⁹ criadas normalmente no pós-segunda guerra. Algumas são mais recentes, mas as que herdaram a importante tradição em pesquisa do país são: a Sociedade Fraunhofer,⁵⁰ focada em pesquisa aplicada; Associação Helmholtz,⁵¹

⁴⁹ Disponível em: <<https://www.research-in-germany.org/en/research-landscape/research-organisations.html>>. Acesso em 30 Abr. 2020.

⁵⁰ Disponível em: <<https://www.fraunhofer.de/>>. Acesso em: 30 Abr. 2020.

⁵¹ Disponível em: <<https://www.helmholtz.de/>>. Acesso em 30 Abr. 2020.

Sociedade Max Planck,⁵² focada em pesquisa básica; Associação Leibniz,⁵³ Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen (AiF),⁵⁴ uma associação de institutos para a pesquisa industrial com foco no apoio para pequenas e médias empresas; e a Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG),⁵⁵ instituto de fomento à pesquisa, mas que não tem uma rede de pesquisa própria. Essas instituições de pesquisa ou de fomento, juntamente com institutos federais e estaduais, são a espinha dorsal da pesquisa na Alemanha, tendo apoio de empresas, das fundações com propósitos específicos, dos governos federais e estaduais, e da União Europeia.

As sociedades são normalmente organizações não governamentais focadas em determinadas questões, mas que recebem grande parte do seu financiamento através do governo federal alemão e dos governos estaduais. As fontes do governo podem apoiar diretamente o funcionamento dessas organizações ou indiretamente através de programas para o financiamento de projetos específicos (MATOS et al., 2019). As sociedades de pesquisas podem ser constituídas por redes de institutos a nível nacional, como os institutos que constituem a Sociedade Fraunhofer, Associação Leibniz e a Sociedade Max Planck, e que participam de centros de pesquisa e desenvolvimento e da infraestrutura de transferência tecnológica do país, contando com a cooperação das universidades e empresas.

De acordo com o relatório do BMBF de 2018b, para o apoio direto a organizações eram esperados em 2017, por parte do governo federal em conjunto com os governos estaduais, a quantia de 8,9 bilhões de euros para a Associação Helmholtz (3,2 bilhões de euros), DFG (2,0 bilhões de euros), Sociedade Max Planck (1,66 bilhões de euros), Associação Leibniz (1,18 bilhões de euros) e Sociedade Fraunhofer (775 milhões de euros), variando os percentuais que essa receita representa de suas dotações totais, sendo outras fontes provenientes da indústria e das licenças de venda e royalties de patentes. O apoio conjunto do governo federal com os governos estaduais acontece desde 2005 e foi renovado até 2020 (BMBF, 2018b). A Sociedade Fraunhofer é o maior exemplo de participação de fontes terceiras ao orçamento direto do governo, com até 70% dos seus recursos adquiridos através de projetos de pesquisa públicos e de clientes industriais. Em relação ao orçamento federal, programas guarda-chuva como a estratégia HTS 2025 estabelecem as indicações para a alocação de recursos federais, elencando

⁵² Disponível em: <<https://www.mpg.de/de>>. Acesso em: 30 Abr. 2020.

⁵³ Disponível em: <<https://www.leibniz-gemeinschaft.de/>>. Acesso em: 30 Abr. 2020.

⁵⁴ Disponível em: <<https://www.aif.de/home.html>>. Acesso em 30 Abr. 2020.

⁵⁵ Disponível em: <<https://www.dfg.de/>>. Acesso em 30 Abr. 2020.

setores e tecnologias ou o apoio ao desenvolvimento de institutos em regiões específicas (BMBF, 2018b).

Um programa importante de apoio realizado pelo BMBF (2018b) em conjunto com os estados é a iniciativa Innovative Hochschule, que procura financiar a extensão em instituições de ensino superior, especialmente de ciências aplicadas, de tamanho médio e de caráter regional, com objetivos de melhorar a infraestrutura interna de transferência tecnológica local e aumentar a colaboração e formação de redes com outros atores.

Vários programas de pesquisa e inovação realizados dentro das iniciativas temáticas da HTS 2025 têm participação dos institutos e sociedades de pesquisa. A pesquisa acadêmica, ou mesmo aplicada, pode ser realizada pelos programas de forma cooperativa e em rede (BMBF, 2018a), assim o item (vi) do referencial é estressado pela presença desses institutos.

As redes de institutos e sociedades de pesquisa têm um papel fundamental na infraestrutura de transferência tecnológica, que é formada através de centros de competência e por centros de testes, normalmente localizados em e/ou administrados por institutos de pesquisas, universidades e empresas. Esses centros são importantes meios de encontro e conexão para as pequenas e médias empresas com outras empresas, as universidades, com seus estudantes e professores, e os institutos de pesquisa, onde podem cooperar e interagir entre si. Esses centros estão intimamente conectados com a Plataforma 4.0,⁵⁶ iniciativa criada originalmente por associações da indústria e que apoia o desenvolvimento de tecnologias avançadas para a indústria, o que está conectada com o item (iii), (iv) e (vii) do referencial do capítulo 2, já que mostra, além de um alinhamento estratégico, a existência do diálogo entre diferentes atores e considerações sobre a estrutura produtiva regional. É importante ressaltar que o uso dessa infraestrutura por pequenas e médias empresas é incentivada diretamente por programas do governo, como o i4KMU e o Mittelstand Digital, que serão vistos na seção 3.4.

3.4 Infraestrutura de Difusão Tecnológica e Programas de Apoio

Os centros de teste e demonstrações (*testbeds*) e os centros de excelência para PMEs são importantes componentes da infraestrutura de transferência tecnológica alemã. Nesta seção,

⁵⁶ Os centros de testes da Indústria 4.0 estão disponíveis em: <<https://www.plattform-i40.de/PI40/Navigation/DE/Angebote-Ergebnisse/Industrie-4-0-Landkarte/industrie-4-0-landkarte.html>>. Acesso em: 30 Abr. 2020.

a descrição dessa infraestrutura e dos programas auxiliares deixam claro o forte foco na difusão, item (ii), e no aprendizado interativo com o uso de ativos complementares e capacitações, item (i). Eles também constituem uma importante rede geograficamente descentralizada, conectada com os institutos de pesquisa e universidade presentes em cada localidade, e ainda apresentando centros de excelência regionais, dois motivos para que estejam conectados com o item (vii), ou seja, o foco nas particularidades regionais e locais. O item (vi) também é contemplado, como veremos, já que incentiva a interação e cooperação com outros atores e em especial com os atores acadêmicos, que foi uma das fraquezas encontradas por PMEs que não realizam P&D.

3.4.1 Testbeds e i4KMU

A infraestrutura de centros de testes e demonstrações compartilhados constitui um grande ponto de encontro para empresas, universidades e institutos de pesquisa, e tem seu uso principalmente recomendado para pequenas e médias empresas, que normalmente não dispõem desses ativos complementares.

Esses centros de testes simulam ambientes de produção complexos e sofisticados, como fábricas e dutos, ou ambientes mais simples, como bancadas de testes e máquinas em laboratórios. Ao contrário das grandes empresas, que tem capacidade de montar os seus próprios *testbeds*, para as pequenas e médias empresas a escala e os custos dos *testbeds* são proibitivos do ponto de vista individual, já que requerem recursos e capitais para além de suas competências (ABDI, 2017). Assim, de acordo com ABDI (2017), esses centros compartilhados são ideais para as PMEs, tanto do ponto de vista da possibilidade de acesso a serviços de aplicação piloto, prototipagem e testes de tecnologias em fase pré-comercial, para a capacitação de profissionais, quanto para encontro entre parceiros - incluindo estudantes -, *networking* e acesso aos pesquisadores dos institutos de pesquisa que participam do *testbed*.

No site da plataforma 4.0,⁵⁷ estão mapeados mais de 80 *testbeds* espalhados pelo país, sendo estes na maioria das vezes localizados em universidades ou centros de pesquisa.

O programa i4KMU⁵⁸ (Industrie 4.0-Testumgebungen – Mobilisierung von KMU für Industrie 4.0) do BMBF é o principal programa para a inserção de PMEs nos *testbeds*. O

⁵⁷ Disponível em:

<<https://www.plattform-i40.de/PI40/Navigation/Karte/SiteGlobals/Forms/Formulare/karte-testbeds-formular.html>>. Acesso em: 24 Jan. 2020.

⁵⁸ Disponível em: <<https://i4kmu.de/en/fundingmeasure/>>. Acesso em: 24 Jan. 2020.

programa concede financiamento para PMEs desenvolverem projetos nos *testbeds* sobre os temas relacionados a Industrie 4.0. As empresas propõem projetos inovativos que podem ser agraciados com fundos do programa dependendo da compatibilidade entre os projetos e os *testbeds*, assim como do grau de inovação da ideia proposta.

Assim, existem incentivos indiretos, através do financiamento por parte do governo dos institutos de pesquisa e universidades onde se encontram os *testbeds*, e diretos, através de programas que promovem o uso e garantem os custos de uso desses centros, o que promove a interação e a cooperação, complementando os recursos das empresas participantes. Dessa forma, os critérios (i) de aprendizado interativo, foco em capacitação e recursos e ativos complementares, e (ii) da difusão são contemplados enfaticamente, e pela dispersão geográfica e regionalização dos centros, o item (vii) também pode ser considerado como abordado. Aqui também percebemos que existe um foco na comercialização, já que estes incentivos servem principalmente para testar inovações para serem inseridas no mercado.

3.4.2 Mittelstand Digital

O programa iniciado em 2015, o Mittelstand Digital⁵⁹ do BMWi, visa informar de forma gratuita as PMEs sobre as oportunidades e os desafios da digitalização. Esta iniciativa se dá através dos centros de competência (ou centros de excelência) Mittelstand 4.0 (Mittelstand 4.0- Kompetenzzentrum), divididos entre centros de atuação regional (17) e centros temáticos (9). Os centros de competências não são organizações propriamente ditas e, sim, iniciativas vinculadas ao programa e constituídas dentro de institutos de pesquisa e universidades, podendo ser usadas pelas PMEs sem custos. Os centros disponibilizam conhecimento, redes para troca de experiências, eventos, lugares de demonstrações e exemplos práticos de adoção de produtos e processos dentro do contexto da digitalização das PMEs.

Os centros regionais contemplam áreas diversas da digitalização, às vezes com um caráter mais prático dos desafios a serem enfrentados, como por exemplo a produção inteligente ou segurança cibernética. Já os centros temáticos abordam questões ou setores específicos e que tem caráter mais geral do que os centros regionais, como por exemplo as estratégias de comunicação. Além disso, foram criadas 4 agências Mittelstand 4.0 para preparar conhecimento

⁵⁹ Disponível em: <<https://www.mittelstand-digital.de/MD/Navigation/DE/Ueber-uns/ueber-uns.html>>; <<https://www.mittelstand-digital.de/MD/Navigation/DE/Ueber-uns/Wo-Finde-Ich-Was/wo-finde-ich-was.html>>; <<https://www.bmw.de/Redaktion/DE/Dossier/mittelstand-digital.html>>. Acesso em: 30 Abr. 2020.

em áreas específicas para serem disponibilizadas para os centros de competência e, por sua vez, para as PMEs (BMW, 2019).

Assim, o BMW financia o uso desses centros, que contém inúmeros serviços para as PMEs, e significam pontos de encontro ou de interação e cooperação entre empresas, institutos de pesquisa e universidades. Aqui, os itens (i), (ii) e (vi) são contemplados de forma importante pela política, que ainda leva em consideração a estrutura produtiva, com suas especificidades tecnológicas, setoriais e regionais, ou seja, contempla também o item (v) e ainda tem um certo foco regional, item (vii). Vale ressaltar que o foco do programa é voltado para a capacitação e o fornecimento de recursos complementares para PMEs, fortemente de acordo com o item (i).

3.4.3 INNO-KOM⁶⁰

O programa INNO-KOM inicialmente focava no apoio a institutos de pesquisa industrial privados e sem fins lucrativos no Leste alemão. Recentemente, foi expandido para todas as regiões economicamente mais frágeis. A lógica da iniciativa é consolidar os institutos de pesquisas nessas regiões como os maiores provedores de P&D para PME. Assim, compensando a menor presença de institutos de pesquisa e empresas maiores, que normalmente têm departamentos estabelecidos de P&D, em regiões economicamente mais frágeis.

O financiamento para esses institutos pode ser utilizado tanto para pesquisa básica com foco em aplicações comerciais e industriais, quanto para projetos mais voltados ao mercado. O programa também pode financiar investimentos na estrutura dos institutos. Aqui o item (vii) e (vi) são contemplados de forma marcante, promovendo a atuação cooperativa com atores acadêmicos nas regiões mais frágeis.

A existência dos *testbeds*, apoiados pelo governo diretamente através da i4KMU, ou indiretamente através dos institutos de pesquisa e universidades, e do Mittelstand Digital traduz-se em locais voltados para o aprendizado interativo e para a difusão de tecnologias, relacionadas aos objetivos da estratégia HTS 2025. Dessa forma, contemplam-se os itens (i) e (ii). Os *testbeds* com seus programas de apoio, o INNO-KOM e o Mittelstand Digital deixam claro que há uma consideração da estrutura produtiva e inovativa regional - especialmente nos

⁶⁰ Disponível em:

<<https://www.innovation-beratung-foerderung.de/INNO/Navigation/DE/INNO-KOM/inno-kom.html>>. Acesso em: 30 Abr. 2020.

dois últimos -, ainda existindo uma ênfase na cooperação em redes locais e com atores acadêmicos. Assim, os programas contemplam fatores importantes presentes no item (v), (vi) e (vii).

3.5 Fomento a P&D de PMEs com Incentivos a Participação Cooperativa ou em Rede de Empresas e/ou Institutos de Pesquisa

3.5.1 ZIM - Zentrales Innovationsprogramm Mittelstand

O Programa Central de Inovação para o Mittelstand (ZIM) tem como objetivo principal a subvenção de projetos de pesquisa e desenvolvimento, englobando projetos de todos os setores e de qualquer tipo de tecnologia (BMW, 2015). De acordo com a diretiva do programa (ALEMANHA, 2020), renovado em 2020, o ZIM pode conceder apoio direto de subvenção para: projetos individuais de P&D por parte de PMEs;⁶¹ projetos de P&D cooperativo entre duas ou mais empresas, ou uma empresa e um (ou mais) institutos de pesquisas sem fins lucrativos; e para redes de cooperação.⁶² A subvenção de parte dos custos dos projetos ocorre em todos os casos. As empresas menores são as que podem receber maiores recursos, assim como empresas em lugares economicamente frágeis. Além dos custos dos projetos e dos custos administrativos das redes, o programa pode financiar o lançamento da inovação no mercado.

Para projetos de P&D cooperativos, a subvenção dos custos dos projetos tem um incentivo percentualmente maior do que para projetos individuais. As empresas também têm um percentual maior à disposição se o projeto apresenta cooperação internacional. A Tabela 4 sintetiza os percentuais de subvenção de acordo com critérios de enquadramento.⁶³

De acordo com a nova diretiva (ALEMANHA, 2020), no caso das redes, elas devem ser formadas por no mínimo seis PMEs, podendo contar com a participação de institutos de pesquisa, universidades e/ou empresas grandes. É possível que as redes recebam apoio para projetos de P&D individuais ou cooperativos e para serviços administrativos ou

⁶¹ Disponível em:

<<https://www.zim.de/ZIM/Navigation/DE/Foerderangebote/Einzelprojekte/einzelprojekte.html>>. Acesso em: 22 Jan. 2020.

⁶² Disponível em: <<https://www.zim.de/ZIM/Navigation/DE/Foerderangebote/Netzwerke/netzwerke.html>>. Acesso em: 22 Jan. 2020.

⁶³ Disponível em:

<<https://www.zim.de/ZIM/Navigation/DE/Foerderangebote/Kooperationsprojekte/kooperationsprojekte.html>>. Acesso em 22 Jan. 2020.

organizacionais. Para requisitar as verbas, é necessário a criação de um instituto que represente a rede, mas são as próprias pequenas e médias empresas as receptoras dos recursos do programa, recebendo valores de acordo com o seu tamanho. O incentivo para projetos cooperativos e internacionais também é presente em projetos provenientes das redes. Os institutos de pesquisa associados a elas também podem receber subvenção total dos custos do projeto, respeitando o valor absoluto limite.

Tabela 4 - Percentual de subvenção dos custos elegíveis do ZIM de acordo com os critérios de enquadramento

Tamanho da empresa	Projetos individuais	Projetos em cooperação	Projetos em cooperação com parceiros estrangeiros
Pequena e em regiões estruturalmente frágeis	45	55	60
Pequenas e jovens (até 10 anos de funcionamento)	45	50	60
Pequenas com até 50 funcionários ⁶⁴	40	45	55
Médias com até 250 funcionários ⁶⁵	35	40	50
“Outras médias” com até 500 funcionários	25	30	40
Médias de até 1000 funcionários se cooperarem com empresas pequenas	-	30	40

Fonte: elaboração própria com base em Alemanha, (2020).

Adicionalmente, o apoio para a administração é dividido em duas fases. A primeira delas serve para a consolidação das redes, através do estabelecimento de contatos, domínio público, desenvolvimento dos mapas tecnológicos e divisão de trabalho dos projetos de P&D. O apoio para a segunda fase seria ligado à adoção do que foi projetado na fase inicial, além de contar com preparações para o lançamento comercial (BMW, 2015). O trabalho de administração das redes agraciado pelo programa tem um caráter que vai além da mera gestão

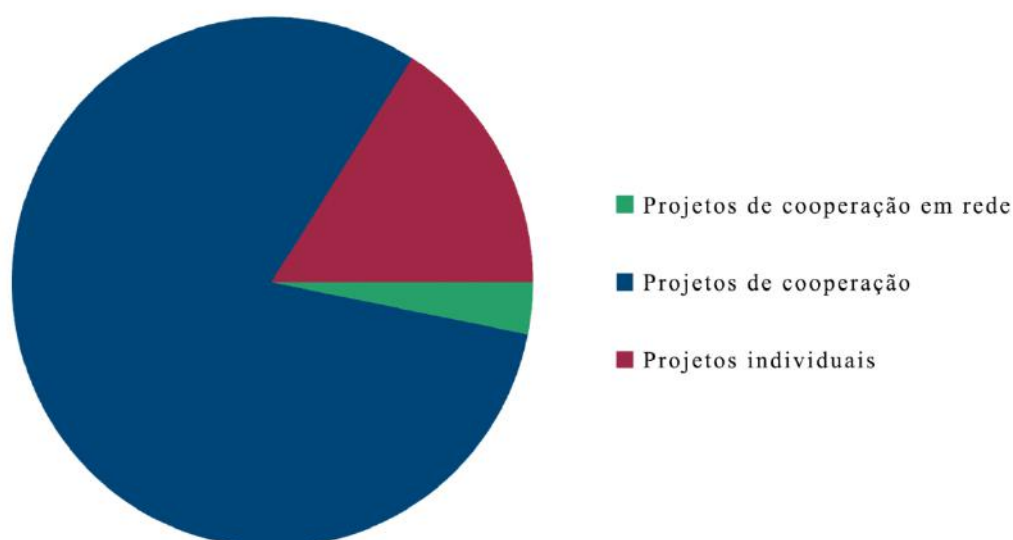
⁶⁴ Balanço anual total ou faturamento anual total de no máximo 10 milhões de euros.

⁶⁵ Balanço anual total de 53 milhões de euros ou faturamento anual total de 50 milhões de euros.

administrativa, já que pode custear o desenvolvimento de instrumentos que auxiliem o processo inovativo das empresas.

Para o ano de 2016, o teto de empresas com até 250 funcionários foi alargado, englobando empresas com até 500 funcionários, contemplando assim um número maior de empresas de porte médio. Também foi incluída em 2016 a possibilidade de subvenção para projetos que tenham cooperação internacional (BMW, 2015). Em 2020, inclui-se empresas com até 1000 funcionários, mas com necessidade de cooperação com PMEs (ALEMANHA, 2020). Como se pode ver na Figura 2, os projetos cooperativos foram os mais realizados pelo projeto.

Figura 2 - Divisão de projetos pela quantidade realizada



Fonte: Adaptado de BMW (2020)

O ZIM é um dos carros-chefes do fomento à inovação em pequenas e médias empresas na Alemanha, e conta com apoio direto e não reembolsável à subvenção de projetos de P&D. Percebe-se que a cooperação e interação entre empresas e outras instituições é considerada importante, concedendo maiores incentivos para projetos cooperativos ou em rede do que para projetos individuais, além de cobrir os custos administrativos das redes.

Outra característica importante, como pode-se notar nos Anexos D e E, é que os estados da antiga Alemanha Oriental têm um peso relativo maior no valor executado do programa quando considerado o PIB estadual e a população, e.g., a Saxônia recebeu quase 16% do orçamento do programa, mesmo que o seu PIB estadual represente apenas 3,7% do PIB nacional, enquanto sua população compõe 4,8% da população do país. Os únicos dos estados antigos (da Alemanha Ocidental) que receberam um financiamento maior que a proporção do seu tamanho populacional e PIB foram Baden-Württemberg e Bremen. Do lado dos novos estados, a única exceção foi Mecklemburgo-Pomerânia Ocidental, que recebeu um valor menor do que o seu peso populacional. No Anexo F, nota-se que o valor total executado foi de 2,7 bilhões de euros entre 2015 e 2019, uma média de 0,54 bilhões de euro ao ano. O valor absoluto é tímido quando comparado com o valor destinado ao SBIR – o programa americano equivalente -, que concedeu 1,45 bilhões de dólares apenas no ano fiscal de 2015 (entre outubro de 2015 e setembro de 2016) (SBA,2017). Porém em relação ao PIB⁶⁶ e de forma anualizada, a dotação do programa alemão seria quase o dobro do programa americano.

O ZIM, o programa principal para as PMEs, tem um foco forte em atores coletivos e nas particularidade regionais, assim podendo ser enquadrados nos itens (vi) e (vii) do referencial do capítulo 2, assim como o item (i) de aprendizados interativo, capacitação e disponibilização de recursos, nesse caso via cooperação e financiamento. Além disso, seu incentivo maior a participação de empresas estrangeiras nos projetos colaborativos, parece estar relacionado tanto com um maior aprendizado interativo quanto para melhorar o desempenho exportador das pequenas e médias empresas, já que essa conexão com o exterior poderia servir de ponte para a exportação, o que estaria de acordo com a política implícita e a estratégia geral, ou seja, item (iii).

3.5.2 Industrielle Gemeinschaftsforschung (IGF) Industrieforschung für Unternehmen

O Industrielle Gemeinschaftsforschung (IGF), programa de Pesquisa Industrial Coletiva com apoio do BMWi, visa atuar no custeio de projetos de pesquisa, sem restrições de setores e áreas para PMEs na fase pré-comercial e subsidiar a criação de redes de PMEs e Institutos de Pesquisa. (IGF, 2018).

⁶⁶ De acordo com o Banco Mundial, em dólares atuais, o PIB americano em 2015 foi de aproximadamente 18,2 trilhões de dólares. Nos mesmos termos, o PIB alemão foi de aproximadamente 3,3 trilhões de dólares (em PPP foi de 3,8). Ou seja, o PIB alemão nesse ano era cinco vezes menor que o americano.

As pequenas e médias empresas podem se associar a associações de pesquisa da Associação de Pesquisa Industrial Otto von Guericke (AiF), uma rede de associações de pesquisa. As PMEs podem submeter projetos de pesquisa e as propostas são levadas a um comitê das associações de pesquisas. O comitê leva em consideração o potencial inovador e a capacidade de adoção da inovação pela indústria de forma geral. A partir daí, essas associações, membras do AiF, e que contam com a participação das PMEs, começam a desenvolver os projetos escolhidos com universidades, centros de pesquisas e similares. Os comitês formados têm que ter uma grande participação de PMEs, de forma a promover uma maior aderência com a realidade delas. Durante o processo essas empresas participam aconselhando e guiando os trabalhos, além dos resultados serem compartilhados, dando acesso a inovações ainda em fase pré-comercial à toda a comunidade da AiF (IGF, 2018).

O projeto objetiva promover redes de PMEs e conexões com institutos de pesquisas, em particular na atuação de pesquisas voltadas a prática e que foquem em fases anteriores aos lançamentos de produtos, assim facilitando a acessibilidade a inovação gerada no programa a todas as empresas e institutos participantes. O acesso aos institutos de pesquisa e a outras pequenas e médias empresas e a participação cooperativa dos projetos com eles, promove a formação de redes onde a cooperação e a difusão pela comunidade são os objetivos principais. Assim, os itens (vi) e (ii) constituem o foco principal, mas não deixam de incluir as características do item (i), já que potencializam os recursos das PMEs e aumentam a capacidade de aprendizado interativo.

A estrutura do IGF também promove o diálogo entre os agentes, especialmente para decidirem as temáticas e projetos a serem adotados e ainda concedendo espaço para as PMEs nos comitês que decidem o uso do financiamento que em 2017 foi de 169 milhões de euros (BMW, 2019). Assim, o item (iv) está sendo contemplado e ainda dá uma participação diferenciada para as PMEs.

3.5.3 KMU-NetC

A diretriz para promoção de redes de P&D estratégicas e centradas em PMEs em redes e clusters (KMU-NetC), do BMBF, foi lançado inicialmente em 2017, com objetivo de promover a inovação em redes e clusters na Alemanha, através de financiamento de projetos de pesquisa e desenvolvimento com grande participação de PMEs.

De acordo com a KMU-NetC (ALEMANHA, 2017), o financiamento é direcionado para projetos colaborativos de pesquisas arriscados e de desenvolvimento em fase pré-competitiva, com foco em aplicação. Os projetos são, idealmente, organizados pelas coordenações de redes e clusters já existentes e tem como requisito a participação de ao menos duas PMEs, que normalmente tem um terceiro parceiro como universidades, institutos de pesquisa ou empresas de outro porte. Para fazer jus ao objetivo de promover a inovação em PMEs, o projeto deve levar em conta que o financiamento e os benefícios recebidos devem ser planejados para serem aproveitados principalmente pelas PMEs.

Os limites de financiamento variam de acordo com a parte de cada entidade do projeto e normalmente são concedidos a fundo perdido. As PMEs podem ser financiados em até 50% do financiamento do projeto, outras empresas em até 50% dos custos elegíveis e dependendo da sua participação no projeto, os Institutos de Pesquisa, universidades e similares, podem receber individualmente até 100% das despesas relacionadas com os projetos, e pesquisas em universidades podem receber um valor fixo de 20%, além das despesas diretas com o projeto, para gastos indiretos. O programa tem foco em pesquisa industrial e procura enquadrar os projetos em estratégias e *roadmaps* tecnológicos existentes por parte do BMBF.

Esse projeto também tem um foco em atores coletivos e da parceria entre PMEs e institutos de pesquisa ou universidades, assim o KMU-NetC contempla o item (i) e o item (vi) do programa, mas diferentemente do ZIM, ele não apresenta diferenças regionalizadas.

3.5.4 KMU-innovativ

O KMU-innovativ⁶⁷ é um projeto de financiamento do Ministério da Educação e Pesquisa (BMBFa) para auxiliar projetos de pesquisa de ponta por parte de PMEs. O ministério pretende oferecer de forma simplificada financiamento para PMEs que venham a realizar pesquisa de ponta em dez áreas consideradas importantes para o desenvolvimento alemão. Adicionalmente, o programa oferece auxílio para as empresas lidarem com os desafios burocráticos inerentes à obtenção de financiamento para projetos de pesquisa.

Diferentemente do ZIM, que não tem recorte tecnológico ou setorial, sendo disponível para totalmente transversal, o KMU-innovativ é focado em dez tecnológicas chaves alinhadas com a HTS 2025. O programa tem a possibilidade de participação colaborativa, incluindo a

⁶⁷ Disponível em: <<https://www.bmbf.de/de/kmu-innovativ-561.html>>. Acesso em: 30 Abr. 2020.

participação de institutos de pesquisa e afins. O programa tem instrumentos que facilitam a requisição de fundos e auxiliam empresas que nunca fizeram projetos de pesquisa e desenvolvimento. Ou seja, o projeto tem conexão com o item (i), relacionado ao apoio de recursos e aprendizado interativo, o incentivo a projetos colaborativos, que tem lugar no item (vi) e a escolha de setores alinhado com o programa estratégico como requisitado pelo item (iii).

3.6 Programas Relacionados ao Investimento de Risco e Venture Capital

3.6.1 High-Tech Gründerfonds e outras iniciativas

De acordo com um artigo sobre finanças para PMEs (BMW_i, s.d.), os High-Tech Gründerfonds⁶⁸ (HTG) é uma família de fundos de capital de risco público-privado para aplicação em startups de alta tecnologia. Ele foi lançado pela primeira vez em 2005 para suprir a necessidade de investimento desse tipo de empresa. Os seus maiores investidores são BMW_i (entre 54% e 88%) e o banco estatal KfW (entre 7% e 13%) - criado para gerir os fundos do Plano Marshall - e investidores privados (4% a 34) (BMW_i, 2019a).

O investimento requer que as startups tenham realizado algum tipo de pesquisa e sejam altamente inovativas. No total foram lançados três fundos do tipo. No primeiro eram disponíveis 272 milhões de euros. No segundo o total era 304 milhões de euros. Enquanto o terceiro, de 2017, recebeu o total foi de 319,5 milhões de euros, sendo 30% disponibilizados por investidores privados, incluindo PMEs (BMW_i, 2019b). As startups de alta tecnologia, em estágio inicial de desenvolvimento - até três anos de criação - podem receber através da compra de ações ou através de empréstimos convertíveis. Além disso, o fundo provê assistência a essas empresas com especialistas em administração e investimento e na formação de contatos com investidores, principalmente da cena de startups, para assim conectar as empresas com a possibilidade de financiamento subsequente (BMW_i, s.d.).

Além desse fundo, o governo está incentivando através do BMW_i, a criação de vários outros iniciativas, o que inclui a criação de uma subsidiária do KfW para o investimento em venture capital e a adaptação de fundos existentes do banco (mais notadamente o European Recovery Program (ERP) para o financiamento de startups tecnológicas e a internacionalização

⁶⁸ Disponível em: <<https://www.htgf.de/en/#title>>. Acesso em: 30 Abr. 2020.

delas. A visão é que o mercado de capitais na Alemanha não é tão desenvolvido quanto nos Estados Unidos, e o financiamento público pode gerar os incentivos à inovação através de grande crescimento de novas empresas (BMW, 2019b).

Em relação a internacionalização, existe a Aceleradora Alemã, que procura conectar as startups do país aos mercados americanos e asiáticos (BMW, 2019b). Isso está de acordo com a estratégia geral alemã de crescimento via exportações, indicativo de consideração ao item (iii).

Além disso, como recursos complementares que permitem o crescimento, os High-Tech Gründerfonds e as outras iniciativas têm relação com o item (i), especialmente ao quesito de apoio de recursos, o que para PMEs está relacionado com a inovação e o item (ii).

3.6.2 INVEST – Subvenções a investidores anjos

O programa INVEST⁶⁹ do BMW visa conectar investidores anjos que desejem adquirir startups alemãs jovens e inovadoras (com até 50 funcionários e faturamento máximo de 10 milhões de euros), concedendo apoio direto para esses investidores, de até 20% do total aplicado, e isenção para ganhos de capitais na ordem de 25% do valor investido (BMW, 2019b). Um dos problemas diagnosticados pelo ministério é que as startups falham nas suas fases iniciais por falta de capital de risco para seus projetos. O programa foi recentemente ampliado pelo High-Tech Gründerfonds (SOFKA et al., 2018).

O programa oferece uma garantia elevada do investimento, além de isenção de imposto em relação aos ganhos, para facilitar a saída. Assim como o anterior, o INVEST tem compatibilidade com o item (i) e (ii) da lista do capítulo 2, através de recursos que permitem o relaxamento da condição financeira.

3.6.3 EXIST – Start-ups com base em universidades

O EXIST é um programa antigo, criado em 1997 para fomentar o espírito empreendedor nas universidades e institutos superiores para a formação de startup, com a promoção dessa cultura nos campi das universidades.

⁶⁹ Disponível em: <<https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Dossier/invest.html>>. Acesso em: 30 Abr. 2020.

Depois do lançamento desse programa para fomentar o espírito empreendedor, e de origem no BMBF, o BMWi assumiu o programa e lançou mais duas novas iniciativas EXIST, uma começou a financiar startups de acadêmicos, sejam eles alunos, graduados ou professores e a outra financia o teste de conceitos de pesquisas existentes (Kulicke, 2014). O financiamento parece contemplar o item (i), enquanto o incentivo a inovação, via pesquisa, por agentes conectados a academia parece contemplar o item (ii). Assim o EXIST consiste numa direção diferente dos outros programas, já que ao invés de levar as empresas para a Universidade, ele visa levar os acadêmicos para o cenário empresarial, o que talvez contemple o critério (vi).

3.7 Incentivo a Regiões Estruturalmente Frágeis

O incentivo a regiões estruturalmente frágeis está conectada com a família de programas "Innovation & Strukturwandel" e - apesar de incluírem mais regiões nos programas do que a definição do governo federal - está relacionado principalmente com as adversidades que caracterizaram a unificação alemã, que apresenta diferenças de renda elevadas,⁷⁰ e está presente como um problema a ser superado no HTS 2025. Essa questão já está presente em diversas iniciativas de apoio, como por exemplo o ZIM, porém existe, programas mais relacionados com a estrutura regional e local, o que por muitas vezes pode significar na Alemanha o incentivo ao desenvolvimento de clusters, alianças ou redes locais.

3.7.1 REGION.innovativ

O programa REGION.innovativ visa subsidiar atores coletivos já existentes sejam eles redes ou alianças, portanto que envolvam pequenas e médias empresas em regiões estruturalmente frágeis, institutos de pesquisas ou universidades, outras empresas, dando ênfase para atores acadêmicos regionais. O foco é no desenvolvimento de pesquisas em conjunto relacionadas às esferas locais/regionais e com difusão local. Os benefícios regionais e locais têm forte importância na escolha das alianças, que devem de alguma forma contribuir para a mudança estrutural das regiões ou localidades que estão inseridas (BMBF, 2020).

Os temas de atuação estão conectados com as estruturas organizacionais e de trabalho relacionados a organizações abertas, tema presente na HTS 2025. Os temas abordados têm que

⁷⁰ Ver anexo A.

levar em consideração questões ambientais, sociais e econômicos. O BMBF pretende financiar outros temas no futuro (BMBF, 2020).

Esse programa, assim como os outros programas da família de programas para regiões estruturalmente frágeis, tem forte conexão com atores coletivos e o apoio específico ao desenvolvimento de regiões e localidades. Assim, o programa está de acordo com as questões (vi), (vii) do referencial, já que leva em consideração a estrutura produtiva regional e procura desenvolver localidades e regiões específicas. O REGION.inovativ ainda têm foco no aprendizado interativo e na difusão, ou seja, item (i) e (ii).

Algumas iniciativas como o programa Innovationsforen Mittelstand do BMBF procuraram fomentar a conexão entre as PMEs e as universidades, institutos de pesquisa, associações e empresas em redes, especialmente locais, através de encontros em fóruns para a constituição de alianças e redes.⁷¹

3.7.2 WIR! - Wandel durch Innovation in der Region

O programa WIR! - Wandel durch Innovation in der Region⁷² (Nós - mudanças através da inovação nas regiões), assim como o REGION.innovativ, tem o objetivo de promover a inovação em regiões estruturalmente frágeis. Ele procura a promoção de alianças ou redes regionais que procurem pesquisar em campos amplos de inovação, portanto que sejam estrategicamente importantes para a região onde se encontram, pelo potencial de inovação, por questões que beneficiem a sociedade, e pela conexão com a estrutura produtiva (ALEMANHA, 2019).

As alianças devem submeter um projeto conceito de pesquisa que tenha um potencial de impacto regional. Se tiverem sucesso nessa fase, a aliança recebe fundos para a implementação desse projeto conceito, com duração de seis anos, e dado esse prazo mais longo, atores que não haviam entrado inicialmente podem se juntar a aliança e aumentar o escopo da pesquisa. O foco dos projetos e das alianças é nas PMEs, que podem se unir com universidade

⁷¹ Disponível em: <<https://www.bmbf.de/de/innovationsforen-mittelstand-3064.html>>. Acesso em: 30 Abr. 2020.

⁷² Disponível em: <<https://www.innovation-strukturwandel.de/de/wir---wandel-durch-innovation-in-der-region-2061.html>>. Acesso em: 30 Abr. 2020.

e institutos de pesquisa, de preferência regionais, mas sendo permitida a participação de atores nacionais.

Esse projeto leva em consideração a estrutura produtiva local, visando promover tecnologias com benefício social e que promovam mudanças estruturais em regiões mais frágeis. O foco é voltado tanto para atores coletivos, através de projetos colaborativos com presença de PMEs, quanto para a difusão de tecnologias para as regiões estruturalmente frágeis. Assim, esse programa está de acordo com: o item (i), especialmente pelo foco no aprendizado interativo e capacitação; item (ii), pelo foco na difusão de inovações; item (v), relacionado a consideração da estrutura produtiva e tecnológica local para o direcionamento do instrumento; item (vi), já que o objetivo é focar em grandes alianças e em projetos colaborativos, e incentivando a colaboração com atores acadêmicos; e item (vii) já que tem um foco muito forte nas possibilidades, nos benefícios e na mudança estrutural do local.

3.7.3 RUBIN – Regionale unternehmerische Bündnisse für Innovation

O RUBIN - Alianças Empresariais Regionais para Inovação,⁷³ é parecido com o WIR!, porém tem um foco em projetos restringidos ao desenvolvimento de tecnologias para a implementação no mercado. A fase de conceito do RUBIN requer a participação de pelo menos três PMEs em regiões estruturalmente frágeis, podendo participar também institutos de pesquisa e universidades. Também tem um número de membros de uma aliança que vai de 7 a 15 na fase de implementação.

Por ser mais direto, a possibilidade de benefícios do RUBIN é um pouco mais limitada do que o WIR!, porém muitos itens do referencial podem ser enquadrados aqui como: o item (i) e (ii), porém com maior foco em inovações do que em difusão, (vi) e (vii), já que focam em atores coletivos e fomentam a conexão entre PMEs e atores acadêmicos, e tem foco regional/local. Aqui, o item (v) não entra, pois não existe nenhum recorte temático, sendo que a suposta consideração da estrutura local ocorre, na verdade, por tabela já que o requerimento é que as empresas e institutos sejam locais, ou seja se elas aplicarem para um projeto, então

⁷³ Disponível em:

<<https://www.innovation-strukturwandel.de/de/rubin--regionale-unternehmerische-buendnisse-fuer-innovation-2510.html>>. Acesso em: 30 Abr. 2020.

essa tecnologia ou setor existe localmente. Existe também uma sugestão pelos tópicos da HTS 2025, porém não vinculantes.

3.7.4 Go-Clusters

O Go-Cluster⁷⁴ é um programa conjunto do BMWi e do BMBF para auxiliar a administração de clusters inovativos. Ele não faz parte da família de programas das 3 iniciativas anteriores. Os clusters são formados por empresas, institutos de pesquisa, universidades e outras organizações, que tenham participação na indústria foco da rede, e estão organizadas em um determinado local, existindo atualmente 84 clusters reconhecidos pelo programa.

As iniciativas mais importantes estão ligadas com a administração do cluster, que recebe consultoria e capacitação, incluindo auxílio para a aplicação à programas dos governos estaduais e federais. Existem também o apoio direto a iniciativas coletivas de fomento à inovação, medidas de promoção de visibilidade do cluster e possibilidade de participação em encontros e eventos e atividades de *networking*, além de promoção através plataforma Clusterplattform Deutschland.

O Go-Clusters parece contemplar os itens (vi), já que foca em atores coletivos, e (vii) relacionado a especificidades locais, através do incentivo a formação de aglomerações produtivas em um determinado local.

3.8 Avaliação Geral das Iniciativas

Um dos problemas para a análise dos critérios que estabelecem a sistematicidade da política é a necessidade de avaliar uma ampla gama de programas, estratégias e ações do governo e suas relações com a estrutura produtiva e tecnológica, as diferenças regionais e locais e o contexto implícito no qual está inserido o país. O Quadro 2 resume a compatibilidade dos programas com os critérios baseados em Mezzadra (2018) e adaptados às particularidades das PMEs. Esse resumo serve para melhorar a visualização da discussão feita nas seções anteriores e aprimorar avaliação feita nesta seção.

⁷⁴ Disponível em:

<<https://www.clusterplattform.de/CLUSTER/Navigation/DE/Bund/go-cluster/go-cluster.html>>. Acesso em 30 Abr. 2020.

Quadro 2 - Enquadramento do Programas nos Critérios Definidos no Capítulo 2

Programas / Critérios	(i)	(ii)	(iii)	(iv)	(v)	(vi)	(vii)
HTS 2025	x	x	x	x	x	x	x
Infraestrutura de difusão⁷⁵	x	x	x	x		x	x
i4KMU	x	x					x
Mittelstand Digital	x	x			x	x	x
INNO-KOM					x	x	x
ZIM	x		x			x	x
IGF	x	x		x		x	
KMU-NetC	x					x	
KMU-innovativ	x		x			x	
HTG e outras iniciativas	x	x	x				
INVEST	x	x					
EXIST	x	x					
REGION.innovativ	x	x				x	x
WIR!	x	x			x	x	x
RUBIN	x	x				x	x
Go-Clusters						x	x

Fonte: Elaboração própria.

A partir da análise das políticas implícitas, de carácter macroeconómico, comercial e empresarial, foi constatado que essas políticas convergem no objetivo - até mesmo histórico - do país de exportação de produtos que utilizem da avançada estrutura produtiva do país. Depois, utilizando do *layout* da estratégia HTS 2025, pode-se perceber que ela converge com as políticas implícitas, especialmente no seu objetivo de manter a liderança comercial do país através das inovações. Os esforços do governo, então, estariam voltados para o desenvolvimento de inovações, especialmente as de alta tecnologia, através de esforços na resolução de grandes desafios sociais e ambientais, levando em consideração a estrutura produtiva e as tecnologias consideradas como promissoras ao país, e que foram definidas pelo consenso e diálogo entre o empresariado industrial, o governo e a academia como essenciais no processo de modernização. Outro ponto importante é a superação de suas desigualdades regionais internas através da inovação.

As soluções para os desafios seriam embutidas de tecnologias importantes que garantiram a liderança nas exportações e a resolução dos problemas de cunho social e ambiental.

⁷⁵ Inclui as redes de institutos de pesquisa.

A procura de soluções através de investimentos em atividades inovativas é realizada principalmente de forma direta ou de forma indireta através dos investimentos nos institutos e universidades, sendo consideradas a introdução de inovações no mercado e noções de difusão para o resto da economia. Além disso, existem esforços educacionais para a qualificação da mão de obra para a indústria que remontam à época de List,⁷⁶ especialmente através do sistema dual de ensino.⁷⁷

Assim, o foco seria em desenvolver inovações e garantir a difusão pelo país inteiro. Para isso, existe uma consideração sobre os esforços inovativos, que na sua maioria devem ser constituídos de forma conjunta e colaborativa, com concentração de esforços em PMEs, consideradas importantes para a inovação em si e para a retenção de conhecimentos e capacidades internas, gerando competitividade no sistema e garantindo a difusão dos desenvolvimentos da fronteira para a "espinha dorsal" da economia. Para garantir essa difusão, a estrutura de C&T está intimamente conectada com a infraestrutura de difusão, que, além de introduzir sua expertise, providenciam ativos complementares que são valiosos no contexto das PMEs. Aqui, o reconhecimento do aprendizado interativo é feito através do foco em cooperação e formação de redes.

A dimensão territorial é reconhecida, principalmente através do apontamento de desigualdades, o que é reconhecido nos programas de apoio, e com considerações sobre os potenciais internos que podem ser valorizados através de formações eminentemente locais ou regionais, visando também dinamizar as PMEs através de inovação e de difusão. Aliado a isso está a realização de programas em conjunto dos governos estaduais com o governo federal, como por exemplo o pacto para a educação superior e a integração de bases de dados sobre programas de apoio regionais nos sites dos ministérios. Porém, é sabido a existência de divergências e heterogeneidades nas diferentes esferas, como apontado por Sofka et al. (2018).

Do ponto de vista específico dos programas de apoio a PMEs, algumas questões são recorrentes, como a subvenção de recursos financeiros, capacitações e acesso a infraestrutura de difusão. Também, o apoio forte ao aprendizado interativo através de colaboração e formação de redes - com a presença de atores acadêmicos-, com considerações sobre as estruturas

⁷⁶ e.g., os *Gewerbeinstitut* (Institutos de Artes e Ofício) criados na Prússia na década de 1820 e que foram seguidos pela criação de universidades técnicas (KINDLEBERGER, 1975).

⁷⁷ Esse modelo, também conhecido como sistema vocacional de treinamento, oferece uma formação que concilia teoria e prática na qualificação profissional de jovens na Alemanha. O sistema dual de ensino funciona através da cooperação entre pequenas e médias empresas e escolas vocacionais financiadas pelo governo.

produtivas, recortes tecnológicos em alguns casos, e um foco no maior apoio às regiões consideradas estruturalmente frágeis. Além de estarem de acordo com a estratégia e com as políticas implícitas, os programas têm foco forte na inovação e na difusão e às vezes levam em consideração os problemas comuns em relação a burocracia e planejamento para a aplicação aos financiamentos e projetos.

Todavia, vale a pena ressaltar um ponto negativo, apesar dos projetos serem concebidos para aumentar a colaboração e cooperação, o foco parece ser voltado para PMEs que tenham capacitações suficientes para realizar P&D e atividades de ponta, provavelmente relegando as PMEs que não tem essa capacidade, tempo ou foco para realizá-las, mesmo tendo potencial inovador alto. Isso é parcialmente remediado com as ações de base e o incentivo ao acesso a infraestrutura de difusão tecnológica e o oferecimento de capacitações para as PMEs, como feito no programa Mittelstand Digital.

Dessa forma, pode-se dizer que a política de inovação alemã para PMEs, em conjunto com outras políticas mais amplas, pode ser considerada sistêmica já que está de acordo com os critérios listados no capítulo dois. Assim, fica claro que em relação aos itens (iii), (iv) e (v) existe um alinhamento político com uma perspectiva estratégica do desenvolvimento, considerando os objetivos nacionais e o diálogo com diferentes frentes da sociedade civil. Porém do ponto de vista da presença de diálogo com as PMEs, não parece haver instrumentos específicos, comprometendo a questão do diálogo. Em relação aos itens (i) e (ii), são focados de forma forte pela infraestrutura de transferência, que enfatiza a difusão de tecnologias de ponta e o acesso a capacitações. Porém, parecem relegar as PMEs que não seriam compatíveis com o acesso a essa infraestrutura, isso possivelmente poderia ser retificado a partir da consideração do dinamismo de outros setores que não o industrial, e a partir de uma maior consideração das diferentes inovações realizadas pelas empresas, que não sejam as mais óbvias, como as que estão na ponta das tecnologias. Do ponto de vista positivo, a perspectiva da realização dos projetos de forma colaborativa e da formação de redes reconhecem a importância do aprendizado interativo e possibilitam uma maior difusão pela cadeia.

A presença nos programas de diferentes dispositivos da cooperação e atores coletivos, reconhecidos por parte da estratégia geral é uma forte indicação de que a política contempla o item (vi) da lista. Aqui a ênfase é dada a um forte encontro entre empresas com os atores acadêmicos, o que está de acordo com o critério. Do ponto de vista do item (vii), o foco nas diferenças regionais e locais parece ser um reconhecimento do processo histórico de formação

do país, e é contemplado pela maioria das políticas de fomento à pesquisa em PMEs, e ainda contam com uma família de programas específicos para essas dimensões. Esses programas fortalecem a estrutura tradicional de pesquisa, e incentivam a participação das PMEs desses locais em parcerias. É importante reconhecer que as PMEs são consideradas como um instrumento para a geração e difusão de inovações nessas regiões consideradas estruturalmente mais frágeis.

CONCLUSÃO

A abordagem de Sistemas Nacionais de Inovação é útil em descrever o desempenho econômico de um país, pois considera as condições que influenciam o processo inovativo e o progresso técnico de maneira dinâmica e inter-relacionada. O diferencial está no reconhecimento de inúmeras dimensões e elementos para além daqueles apenas econômicos, portanto, que possam influenciar as inovações. Entre esses reconhecimentos, o papel central é delegado ao aprendizado, observando as suas possibilidades de realização, com ênfase nas consequências trazidas pela inclusão da interatividade.

Usando desse arcabouço, este trabalho pode estabelecer critérios que caracterizam uma política de inovação como sistêmica, sintetizados em um quadro referencial. A partir desse quadro, debateu-se as principais consequências e implicações das especificidades personificadas por avaliações empíricas. Entre essas especificidades, que foram incorporadas a um quadro referencial focado em PMEs, ficou clara a importância do aprendizado interativo na cadeia produtiva e em relações cooperativas, em redes locais ou não. Do ponto de vista da política, este trabalho ressalta a necessidade de adequar os instrumentos a essa realidade, levando em consideração as lições trazidas por avaliações de políticas levadas a cabo no passado. Foi mostrada o problema da miopia de políticas focadas apenas no fomento ao P&D e que estavam desconectadas das necessidades e focos das PMEs.

Então, a partir da análise da política de inovação alemã, levando em consideração uma diversidade de contextos, condições e programas realizados, constatou-se que essa política articula boa parte da série de critérios aperfeiçoados no capítulo dois. Mais notadamente, o itens (iii), (v), (vi) e (vii) relacionados: ao alinhamento das políticas com uma perspectiva estratégica do desenvolvimento - realizado com algum diálogo; a considerações sobre a estrutura produtiva - especialmente conectada com a questão tecnológica e do objetivo estratégico; ao foco em atores coletivos e na cooperação com ênfase no fortalecimento da relação com atores acadêmicos - presente na maioria dos programas; e ao foco na questão local e regional - conectado especialmente com o contexto histórico e que tem foco especial para a política.

Em relação aos outros pontos, vale destacar o forte foco na difusão do item (ii), facilitado pela grande estrutura de difusão tecnológica, o que possibilita o acesso a recursos e ativos complementares, relacionado ao item (i). Porém, o foco dos programas está extremamente relacionado ao fomento a P&D, visto no capítulo dois como problemático e tendo

como consequência a desconsideração do potencial inovador de PMEs que podem não acessar os programas.

Já em relação ao item (iv), existe uma limitação mais forte nesse trabalho da descrição de realização ou não de diálogos entre os atores, ficando clara a existência de um diálogo forte entre a indústria tradicional - e normalmente grande -, o governo e a academia. Porém, do ponto de vista das PMEs, não se descobriu a existência de diálogos relevantes, o que não significa que seja inexistente. Em relação à parte de aceitação social requerida pelo item (iii), faz-se a mesma ressalva. O Quadro 3 resume o enquadramento da política de inovação alemã com as considerações relacionadas a cada critério do referencial usado neste estudo.

Quadro 3 - Síntese de como a totalidade da política de inovação alemã descrita no capítulo 3 se verifica na lista critérios da seção 2.6

Crítérios	Considerações acerca da política
(i) aprendizado interativo, capacitação e recursos	Reconhecimento do aprendizado interativo, da capacitação e qualificação da mão de obra. Disponibilização de recursos financeiros e ativos complementares
(ii) difusão de inovação e inovação de acordo com os atores apoiados	Infraestrutura de C&T está focada na difusão e acesso a capacitações. Porém, o foco forte em P&D relegam as PMEs que não são tão compatíveis com essa atividade, i.e., setores não industriais e PMEs que inovam de outras formas. Foco no aprendizado cooperativo ou em rede facilita a difusão
(iii) alinhamento com a estratégia geral e as particularidades dos atores	As políticas implícitas e explícitas convergem com a política focada em PMEs, mas a política parece ser enviesada para PMEs mais voltadas ao P&D e ao setor industrial ou de alta tecnologia em geral – o que pode ser consequência da estratégia geral
(iv) diálogo entre stakeholders, com ênfase para instituições locais/regionais	Foi concebida através de diálogo que envolveu diferentes classes e atores, e envolve problemas sociais. Porém, não parece haver diálogo em torno do recorte específico das PMEs, inclusive com atuação em determinado local ou região, o que se traduz em menor consideração sobre as especificidades desse recorte
(v) consideração da estrutura produtiva para a estratégia e programas	Escolha de temas estratégicos com considerações tecnológicas voltada ao objetivo estratégico. Alguma consideração regional na estratégia e nos programas, o que inclui uma família de programas neste tema
(vi) foco em atores coletivos, cooperação e redes	O foco na cooperação e formação de redes é evidente em diversos programas e na estratégia, e inclui uma forte presença de atores acadêmicos
(vii) destaque para especificidades locais e regionais	Foco na superação da desigualdade regional, e em grau menor foco nas potencialidades locais. Reconhecimento de desafios históricos

Fonte: Elaboração Própria.

Percebe-se, então, que a política alemã tem características sistêmicas, ao mesmo tempo que existem espaços para melhora. Isto está de acordo com a hipótese inicial, que previa que a política de inovação do país seria caracterizada em alguma medida por características sistêmicas, dado que, historicamente, as políticas da Alemanha serviram de inspiração e de exemplo nos textos que inicialmente desenvolveram a abordagem de SNI. É difícil, entretanto, avaliar o nível de impacto que essa sistematicidade tem. Para isso, é necessário a realização de estudos mais detalhados, possivelmente comparando o desempenho dos países, e que vá além da análise documental de proposições de políticas. Além disso, existe espaço para a execução de eventuais melhorias na lista de critérios da seção 2.6. Todavia, essa lista gera um quadro específico que pode ser útil para o uso em outros estudos que busquem entender se as condições trazidas pela abordagem do SNI, e em especial para as especificidades das PMEs, são ou não relevantes para o desenvolvimento econômico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDI. Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços. Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial. **Inovação, Manufatura Avançada e o Futuro da Indústria: uma contribuição ao debate sobre as políticas de desenvolvimento produtivo**. Brasília: ABDI: v. 1, 2017. p. 520-572

ACS, Z. J.; AUDRETSCH, D. B. **Innovation and small firms**. Cambridge Massachusetts: MIT Press, 1990.

ALEMANHA. Richtlinie zur Förderung von KMU-zentrierten, strategischen FuE-Verbänden in Netzwerken und Clustern (KMU-NetC). **Bundesanzeiger**, 15 Fev. 2017. Disponível em: <<https://www.bmbf.de/foerderungen/bekanntmachung-1318.html>>. Acesso em: 30 Abr. 2020.

_____. Bekanntmachung der Richtlinie zur Förderung von „WIR! – Wandel durch Innovation in der Region“ aus der Programmfamilie „Innovation & Strukturwandel“ – Zweite Auswahlrunde –, **Bundesanzeiger**, 08 Nov. 2019. Disponível em: <<https://www.bmbf.de/foerderungen/bekanntmachung-2698.html>>. Acesso em: 30 Abr. 2020.

_____. Richtlinie „Zentrales Innovationsprogramm Mittelstand (ZIM)“. **Bundesanzeiger**, p. 1-27, 17 Mar. 2020.

ALMEIDA, P.; KOGUT, B. The Exploration of Technological Diversity and the Geographic Localization of Innovation. **Small Business Economics**, Netherlands, 9, p. 21–31, 1997.

AROCENA, R; SUTZ, J. Looking at National Systems of Innovation from the South. **Industry & Innovation**, v. 7, p. 55-75, Jun. 2000.

ARROW, K. Limited Knowledge and Economic Analysis. **American Economic Review**, 64, p. 1-10, 1974.

ARUNDEL, A.; BORDOY, C.; KANERVA, M. **Neglected innovators: How do innovative firms that do not perform R&D innovate? Results of an analysis of the Innobarometer 2007 Survey No. 215**. INNO-Metrics Thematic Papers. MERIT 2008.

ARROIO, A.; SCERRI, M. Small Fish in a big Pond: SME and Innovation in BRICS Countries. In: ARROIO, A.; SCERRI, M. (Eds.). **The Promise of Small and Medium Enterprises**. Nova Delhi: Routledge, 2014. p. 1-35.

AUDRETSCH, D. B.; ELSTON, J. A. Does Firm Size Matter? Evidence on the Impact of Liquidity Constraints of Firm Investment Behavior in Germany. **International Journal of Industrial Organization**, Hamburgo, Volume 20, n. 1 p. 1-17, Jul. 2002.

AVELLAR, A. P. M.; BOTELHO, M. R. A.; Políticas de apoio à inovação em pequenas empresas: evidências sobre a experiência brasileira recente. **Economia e Sociedade**, Campinas, v. 24, n. 2 (54), p. 379-417, Ago. 2015.

BANCO MUNDIAL. High-technology exports (current US\$). **World Bank Data**. Disponível em: <https://data.worldbank.org/indicator/TX.VAL.TECH.CD?name_desc=false>. acesso em: 01 abr. 2020.

BASTASIN, C. **Germany: A global miracle and a european challenge**. Global Economy & Development, Washington, Working paper 62, Mai. 2013.

BMBF. Bundesministerium für Bildung und Forschung. Division for Innovation and Transfer Policy Issues. **Research and innovation that benefit the people - The High-Tech Strategy 2025**. Berlim: BMBF, 2018a.

_____. Bundesministerium für Bildung und Forschung. Division for Innovation and Transfer Policy Issues. **Federal Report on Research and Innovation 2018 - short version**. Berlim: BMBF, 2018b.

_____. Bundesministerium für Bildung und Forschung. **KMU-NetC**. Disponível em: <<https://www.bmbf.de/foerderungen/bekanntmachung-1318.html>>. Acesso em: 30 Abr. 2020.

_____. Bundesministerium für Bildung und Forschung. Division for Innovation and Transfer Policy Issues. **The High-Tech Strategy 2025 Progress Report**. Berlim: BMBF, Set. 2019.

_____. Bundesministerium für Bildung und Forschung. Referat Nachhaltige regionale Innovationsinitiativen. **REGION.innovativ – „Arbeitswelten der Zukunft“**. Berlim: BMBF, Mar. 2020.

BMWi. Bundesministerium für Wirtschaft und Energie. **Einzelprojekte**. Disponível em: <<https://www.zim.de/ZIM/Navigation/DE/Foerderangebote/Einzelprojekte/einzelprojekte.htm>>. Acesso em: 22 Jan. 2020.

_____. Bundesministerium für Wirtschaft und Energie. **Kooperationsprojekte**. Disponível em: <<https://www.zim.de/ZIM/Navigation/DE/Foerderangebote/Einzelprojekte/einzelprojekte.htm>>. Acesso em: 22 Jan. 2020.

_____. Bundesministerium für Wirtschaft und Energie. **Netzwerke**. Disponível em: <<https://www.zim.de/ZIM/Navigation/DE/Foerderangebote/Netzwerke/netzwerke.html>>. Acesso em: 22 Jan. 2020.

_____. Bundesministerium für Wirtschaft und Energie. High-tech start-up fund. s.d. Disponível em: <<https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Artikel/Mittelstand/gruendungsfinanzierung-high-tech-gruenderfonds.html>>. Acesso em: 30 Abr. 2020.

_____. Bundesministerium für Wirtschaft und Energie. Public Relations. **Central Innovation Programme for SMEs**. Berlin: BMWi, Jul. 2015.

_____. Bundesministerium für Wirtschaft und Energie. Public Relations. **“Future of the German Mittelstand” Action Programme**. Berlin: BMWi, Mai. 2016a.

_____. Bundesministerium für Wirtschaft und Energie. Public Relations. **Digital Strategy 2025**. Berlin: BMWi, Abr. 2016b

_____. Bundesministerium für Wirtschaft und Energie. Public Relations. **Bericht des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi) über die Programme zur Innovations- und Technologieförderung im Mittelstand in der laufenden Legislaturperiode, insbesondere über die Entwicklung des Zentralen Innovationsprogramms Mittelstand (ZIM) – Fortschrittsbericht für das Jahr 2017**. Berlin: BMWi, 2019a.

_____. Bundesministerium für Wirtschaft und Energie. Public Relations. **Financing start-ups and growth: Overview of funding instruments**. Berlin: BMWi, 2019b.

_____. Bundesministerium für Wirtschaft und Energie. Public Relations. **Zentrales**

Innovationsprogramm Mittelstand. Berlin: BMWi, 2020.

CASSIOLATO, J. E.; LASTRES, H. M. M. e MACIEL, M. L. Systems of innovation for development in the knowledge era: an introduction. In: CASSIOLATO, J. E.; LASTRES, H. M. M. e MACIEL, M. L. (eds). **Systems of Innovation and Development**. Cheltenham: Edward Elgar, 2003a. cap. 1, p. 1-33.

_____. O foco em arranjos produtivos e inovativos locais de micro e pequenas empresas. In: CASSIOLATO, J. E.; LASTRES, H. M. M. e MACIEL, M. L. (eds.). **Pequena empresa: cooperação e desenvolvimento local**. Rio de Janeiro: Relume Dumará, 2003b. Primeira Edição, cap. 1, p. 21-34.

CASSIOLATO, J. E.; LASTRES, H. M. M. **Sistemas de inovação e desenvolvimento: as implicações de política**. São Paulo: São Paulo Perspec., v. 19, n. 1, p. 34-45, 2005.

_____. **Discussing innovation and development: Converging points between the Latin American school and the Innovation Systems perspective?**. GLOBELICS. Working Paper Series, No. 08-02, Jan. 2008.

CASSIOLATO, J. E.; MATOS, M. G. P.; LASTRES, H. M. M. Innovation systems and development. In: CURRIE-ALDER, B.; KANBUR, R.; MALONE, D.; MEDHORA, R. (Eds.). **International development: Ideas, experience, and prospects**. Oxford: Oxford University Press, 2014. cap. 33, p. 566-581.

CESARATTO, S. **Europe, German Mercantilism and the Current Crisis**. Siena: Quaderni del Dipartimento di Economia Politica - Università Degli Studi di Siena, n. 595, Mai. 2010.

CHANDLER, A. D. Scale, Scope and Organizational Capabilities. In: CHANDLER, A. D. Scale and scope: **The Dynamics of Industrial Capitalism**. Cambridge, Massachusetts: The Belknap Press of Harvard University Press, 1994. cap. 2, p. 14-46.

CHANG, H. J. **Chutando a escada: A estratégia do desenvolvimento em perspectiva histórica**. São Paulo: Editora Unesp, 2004.

CHESNAIS, F.; SAUVIAT, C. The financing of innovation-related investment in the contemporary global finance-dominated accumulation regime. In: CASSIOLATO, J. E.; LASTRES, H. M. M. e MACIEL, M. L. (eds). **Systems of Innovation and Development**. Cheltenham: Edward Elgar, 2003. cap. 3, 61-118.

CIS. **The Community Innovation Survey 2014: The Harmonised Survey Questionnaire**. European Commission, Eurostat, Versão 13, Jul. 2014. Disponível em: <<https://circabc.europa.eu/ui/group/47133480-29c1-4c23-9199-72a631f4fd96/library/32ab7d19-446e-404c-9ea5-e2524065b2a0/details>>. Acesso em: 30 Abr. 2020.

COMISSÃO EUROPEIA. Recomendação da Comissão, de 6 de Maio de 2003, relativa à definição de micro, pequenas e médias empresas. **Diário Oficial da União Europeia**, Bruxelas, 20 Mai. 2003, nº L 124. p. 36-41.

_____. Commission Implementing Regulation (EU) No 995/2012, of 26 October 2012. **Diário Oficial da União Europeia**, Bruxelas, 26 Out. de 2012. L 299, p. 18-30.

_____. Community innovation survey. **Eurostat**. Disponível em: <https://ec.europa.eu/eurostat/web/science-technology-innovation/data/database?p_p_id=NavTreeportletprod_WAR_NavTreeportletprod_INSTANC E_T2HmWmRlIBkW&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-2&p_p_col_count=1>. acesso em: 30 abr. 2020.

COUTINHO, L. G. Macroeconomic regimes and business strategies: an alternative industrial policy for Brazil in the wake of the 21st century. In: CASSIOLATO, J. E.; LASTRES, H. M. M. e MACIEL, M. L. (Eds.). **Systems of Innovation and Development**. Cheltenham: Edward Elgar, 2003. cap. 12, p. 311-328.

CZARNITZKI, D.; HOTTENROTT, H. R&D investment and financing constraints of small and medium-sized firms. **Small Business Economics**, v. 36, n. 1, p. 65-83, Jan. 2011.

DAUDERSTÄDT, M. **Germany's Economy: Domestic Laggard and Export Miracle**. Bonn: Friedrich Ebert Stiftung, International Policy Analysis, Abr. 2012.

DAUDT, G.; WILLCOX, L. D. **Reflexões críticas a partir das experiências dos Estados Unidos e da Alemanha em manufatura avançada**. BNDES Setorial, Rio de Janeiro, n. 44, p. 5-45, Set. 2016.

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

DUTRÉNIT, G.; NATERA, J. M. Procesos de diálogo para el diseño de políticas de CTI. In: DUTRÉNIT, G.; NATERA, J. M. (eds.). **Procesos de diálogo para la formulación de políticas de CTI en América Latina y España**. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: CLACSO; Madrid: CYTED; México: LALICS, 2017. p. 13-34.

DUTRÉNIT, G.; NATERA, J. M.; ANYUL, M. P.; TORRES, A.; VERA-CRUZ, A. O. Dimensiones y atributos relevantes de los procesos de diálogo entre comunidades para el diseño de políticas públicas de CTI. In: DUTRÉNIT, G.; NATERA, J. M. (eds.). **Procesos de diálogo para la formulación de políticas de CTI en América Latina y España**. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: CLACSO; Madrid: CYTED; México: LALICS, 2017. p. 37-71.

EDQUIST, C. System of Innovation Approaches - Their Emergence and Characteristics. in EDQUIST, C. (Ed.). **Systems of innovation**. Oxon: Routledge, 1997. cap 1. p 1-29.

EDQUIST, C.; LUNDEVALL, B. Comparing the Danish and Swedish System of Innovation. In: NELSON, R. (Ed.). **National innovation systems: a comparative analysis**. Oxford: Oxford University Press, 1993. p. 265-298.

FAGERBERG, J.; SRHOLEC, M.; VERSPAGEN, B. Innovation and Economic Development. In: HALL, B.; ROSENBERG, N. (Eds.) **Handbook of the Economics of Innovation**. North Holland, v. 2, 2010. p. 833-872.

FREEMAN, C. **Technological Infrastructure and International Competitiveness**. Draft paper submitted to the OECD Ad hoc group on Science, technology and competitiveness. Paris: OCDE, 1982.

_____. **Technology policy and economic performance; lessons from Japan**. London/New York: Frances Printer Publishers, 1987.

_____. The national system of innovation in historical perspective. **Cambridge Journal of Economics**, v. 19, n. 1, p. 5-24, 1995.

FREEMAN, C.; SOETE, L. **The Economics of Industrial Innovation**. Abingdon: Routledge, 1997.

GADELHA, C. A. G. Política Industrial: Uma Visão Neo-Schumpeteriana Sistêmica e Estrutural. **Revista de Economia Política**, v. 21, n. 4 (84), p. 149-171, Out.-Dez. 2001.

GALLEGO, J.; RUBALCABA, L.; HIPPE, C. Organizational innovation in small European firms: A multidimensional approach. **International Small Business Journal**, p. 563-579, 2013.

HEIDENREICH, M. Innovation patterns and location of European low- and medium-technology industries Author links open overlay panel. **Research Policy**, v. 38, Issue 3, p. 483-494, 2009.

HERRERA, A. O. Los determinantes sociales de la política científica en América Latina: Política Científica Explícita y Política Científica Implícita. **Desarrollo Económico**, Buenos Aires, v. 13, n. 49, p. 113-134, Abr. - Jun., 1973.

HIPPE C.; GRUPP H. Innovation in the service sector: The demand for service-specific innovation measurement concepts and typologies. **Research Policy**, v. 34, n. 4, p. 517-535, 2005.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa de Inovação 2017**. Rio de Janeiro, 2017.

IGF. **Collective industrial research: Industrial research for companies**. Berlin: BMWi, Jan. 2018.

JOHNSON, B. H. Institutional Learning. In: LUNDVALL B-Å. (Ed.). **National Systems of Innovation: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning**. London: Pinter Publishers p. 23-44. 1992

KINDLEBERGER, C. P. Apprenticeship 1806 - 1848, from Jena to the Failed Revolution. In: KINDLEBERGER, C. P. **Germany's Overtaking of England 1806 - 1914. Part I.** Nova York: Springer, 1975. p. 254-268.

KLINE, S. J.; ROSENBERG, N. An overview of innovation. In: LANDAU, R.; ROSENBERG, N. (Eds.). **The Positive Sum Strategy: Harnessing Technology for Economic Growth.** Washington: National Academy Press, 1986. p. 275-305.

KULICKE, M. 15 Years of EXIST "University-based start-up programmes: Development of the EXIST funding programme between 1998 and 2013. **Fraunhofer-Institut für System-und Innovationsforschung ISI**, Karlsruhe, Abr. 2014.

LASTRES, H. M. M.; CASSIOLATO, J. E.; LEMOS, C.; MALDONADO, J.; VARGAS, M. A.; Globalização e inovação localizada. In: CASSIOLATO, J. E.; LASTRES, H. M. M. (Ed.) **Globalização e inovação localizada: experiências de sistemas locais no Mercosul.** Brasília: IBICT/MCT, 1999. p. 39-71

LASTRES, H. M. M.; CASSIOLATO, J. E.; SZAPIRO, M.; ALBAGLI, S.; LEGEY, L.-R.; LEMOS, C.; MACIEL, M. L. (Coord.) **Interagir para Competir: promoção de arranjos produtivos e inovativos no Brasil.** Brasília: Sebrae, 2002. p. 11-17.

LEMOS, C. Inovação para Arranjos e Sistemas Produtivos de MPME. In: LASTRES, H. M. M.; CASSIOLATO, J. E.; SZAPIRO, M.; ALBAGLI, S.; LEGEY, L.-R.; LEMOS, C.; MACIEL, M. L. (Coord.) **Interagir para Competir: promoção de arranjos produtivos e inovativos no Brasil.** Brasília: Sebrae, 2002. p. 95-134.

LEHNDORFF, S. German capitalism and the European crisis: part of the solution or part of the problem? In: LEHNDORFF S. (Ed.). **A triumph of failed ideas – European models of capitalism in the crisis.** Bruxelas: ETUI, 2012. p. 79-102.

LERNER, J. The Government as Venture Capitalist: The Long-Run Impact of the SBIR Program. **The Journal of Business**, Chicago: v. 72, n. 3, July, 1999.

LUNDEVALL, B-Å. **Product Innovation and User-Producer Interaction.** Industrial Development Research Series No. 31. Dinamarca: Aalborg University Press, 1985.

_____. Innovation as an Interactive Process: From User Producer Interaction to National systems of Innovation. In: DOSI, G.; FREEMAN, C.; NELSON R. R.; SOETE L. (Eds.), **Technical Change and Economic Theory**, 1988. p. 349-369.

_____. **National Innovation Systems—Analytical Concept and Development Tool**. Copenhagen, DRUID-conference. 2005

_____. Post Script: Innovation System Research – Where It Came From and Where It Might Go. In B. Å. Lundvall (Ed.), **National Systems of Innovation: Toward a Theory of Innovation and Interactive Learning**. Anthem Press, p. 317-350, 2010.

MADRID-GUIJARRO, A; GARCIA, D; VAN AUKEN, H. Barriers to Innovation among Spanish Manufacturing SMEs. **Journal of Small Business Management**, v. 47, n. 4, p. 465-488, 2009.

MALERBA, F.; ORSENIGO, L. Schumpeterian Patterns of Innovation. **Cambridge Journal of Economics**, v. 19, issue 1, p. 47-65, 1995.

MARIN, D. **The Opening Up of Eastern Europe at 20-Jobs, Skills, and ‘Reverse Maquiladoras’ in Austria and Germany**. Ludwig-Maximilians-Universität München, Volkswirtschaftliche Fakultät, Munique, 2010.

MASSA, S; TESTA, S. Innovation and SMEs: Misaligned perspectives and goals among entrepreneurs, academics, and policy makers. **Technovation**, v. 28, n. 7, p. 393-407, jul., 2008.

MATOS, M. P.; ARROIO, A. **Políticas de apoio a micro e pequenas empresas no Brasil: Avanços no período recente e perspectivas futuras**. Documento de proyecto. CEPAL, 2011.

MATOS, M. P.; CASSIOLATO, J. E.; LASTRES, H. M. M. Diálogo para a construção de políticas de CTI para atividades culturais. In: DUTRÉNIT, G.; NATERA, J. M. (eds.). **Procesos de diálogo para la formulación de políticas de CTI en América Latina y España**. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: CLACSO; Madrid: CYTED; México: LALICS, 2017. p. 405-438.

MATOS, M. P.; BRAGA, K.; ALMEIDA, L. V.; ROCHA, P. A. C. **Políticas de Inovação para Microempresas (ME) e Empresas de Pequeno Porte (EPP) no Brasil e em países selecionados**. Relatório de Pesquisa. Desenvolvimento de Capacidades Institucionais para

Ampliação e Modernização dos Processos de Formulação, Implantação e Avaliação das Políticas em Ciência, Tecnologia, Inovação e Comunicações. Brasília: Ministério da Ciência, tecnologia, Inovações e Comunicações. 2019 mimeo.

MAZZUCATO, M. **The Entrepreneurial State**. New York: Public Affairs, 2018.

MEDEIROS, C. A. A Economia Política da Internacionalização sob Liderança dos EUA: Alemanha, Japão e China. In: FIORI, J. L. **O Poder Americano**, Rio de Janeiro: Vozes, 2004a. Disponível em: <https://dipiufabc.files.wordpress.com/2015/07/medeiros2004_a-economia-politica-da-internacionalizacao-eua_ale-japaochina.pdf>. Acesso em: 04 Jun. 2020.

_____. O desenvolvimento tecnológico americano no pós-guerra como um empreendimento militar. In: FIORI, J. L. **O Poder Americano**, Rio de Janeiro: Vozes, 2004b. Disponível em: <<https://franklinserrano.files.wordpress.com/2017/05/medeiros-2004-o-desenvolvimento-tecnologico-americano-no-pos-guerra.pdf>>. Acesso em: 04 Jun. 2020.

MEZZADRA, M. **O desenho da política de inovação na Argentina entre 2003 e 2012: uma análise a partir dos Sistemas de Inovação**. Tese de Mestrado. Rio de Janeiro: IE-UFRJ, 2018.

MYTELKA, L.; FARINELLI, F. **Local Clusters, Innovation Systems and Sustained Competitiveness**. Maastricht: The United Nations University, Institute for New Technologies, 2000.

NELSON, R. R. National innovation systems: a retrospective on a study. **Industrial and Corporate Change**, Oxford, v. 1, n. 2., p. 347-374, 1992.

NELSON, R. (Ed.) **National innovation systems: a comparative analysis**. University of Illinois at Urbana-Champaign's Academy for Entrepreneurial Leadership Historical Research Reference in Entrepreneurship, 1993.

NELSON, R. R.; WINTER, S. G. **An Evolutionary Perspective of Economic Change**. Cambridge Massachusetts: The Belknap Press of Harvard University Press, 1982.

NELSON, R. R.; WINTER, S. G.; Evolutionary Theorizing in Economics. **Journal of Economic Perspectives**, vol. 16, n. 2, p. 23–46, 2002.

NIELSEN, P.; LUNDVALL, B. **Innovation, Learning Organizations and Industrial Relations**. DRUID Working Paper n. 03-07, 2002.

OCDE. Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico. **Oslo Manual: Guidelines for Collecting and Interpreting Innovation Data**, 3rd Edition. OECD Publishing, 2006a.

OECD. The SME Financing Gap: Theory and Evidence. **Financial Market Trends**. v. 2006, n. 2., p. 87-97, 2006b.

OKAMURO, H.; NISHIMURA, J. **Effects of multilevel policy mix of public R&D subsidies: Empirical evidence from Japanese local SMEs**. Tokyo: Hitotsubashi University Repository. CCES Discussion Paper Series, n.70, 2019.

PATEL, P.; PAVITT, K. Large firms in the production of the world's technology: an important case of "non-globalisation". **Journal of International Business Studies**, v. 22, n. 1, p.1-21, 1991.

PAVITT, K.; ROBSON, M.; TOWNSEND, J. **The size distribution of innovating firms in the UK: 1945–1983**. *Journal of Industrial Economics*, v. 35, n. 3, p. 297-31, 1987.

PENROSE, E. **The Theory of the Growth of the Firm**. 4th Ed., New York: Oxford University Press Inc., 2009.

POSSAS, M. L.; Concorrência Schumpeteriana. In: KUPFER, D.; HASENCLEVER, L. **Economia Industrial**. 2 Ed., Rio de Janeiro: Elsevier, 2013.

RAHMAN, H; RAMOS, I. **Open Innovation in SMEs: From Closed Boundaries to Networked Paradigm**. *Issues in Informing Science and Information Technology*, v. 7, p. 472-486, 2010.

RESEARCH performing organisations. Research in Germany: Land of Ideas. Disponível em: <<https://www.research-in-germany.org/en/research-landscape/research-organisations.html>>. Acesso em: 30 Abr. 2020.

ROPER, S.; DU, J.; LOVE, J. H. **Knowledge sourcing and innovation**. Birmingham, Aston Business School Research Paper 0605, 2006.

_____. **Modelling the innovation value chain**. *Research Policy* v. 37, p. 961–977, 2008.

ROSENBERG, N. Science, invention and economic growth. In: ROSENBERG, N. **Perspectives on technology**. Cambridge: Cambridge University Press, 1976. p. 260-279.

ROTHWELL, R.; FREEMAN, C.; HORLSEY, A.; JERVIS, V.T.P.; ROBERTSON, A.B.; TOWNSEND, J. SAPPHO updated - project SAPPHO phase II. **Research Policy**, v. 3, n. 3, p. 258-291. 1974.

SBA. Small Business Administration. Office of Investment and Innovation. **2015 SBIR and STTR Annual Report**. Washington D.C., 2017

SILVA, M. D. **Inovação em pequenas e médias empresas: uma análise comparativa entre Brasil e países europeus selecionados**. Tese de mestrado, Uberlândia: IE-UFU, 2017.

SIMON, H. A. A Behavioral Model of Rational Choice. **The Quarterly Journal of Economics**, vol. 69, n. 1, 1955.

SCHMOOKLER, J. **Invention and Economic Growth**. Cambridge Massachusetts: Harvard University Press, 1966.

SCHOSSLER, A. Mittelstand, a espinha dorsal da economia alemã. **Deutsche Welle**, Coluna Zeitgeist, 02 Ago. 2018. Disponível em: <<https://www.dw.com/pt-br/mittelstand-a-espinha-dorsal-da-economia-alem%C3%A3/a-44927832>>. Acesso em: 30 Abr. 2020.

SCHUMPETER, J. A. **Capitalismo, Socialismo e Democracia**. Rio de Janeiro: Editora Fundo de Cultura, 1961.

_____. **Teoria do Desenvolvimento Econômico: Uma Investigação Sobre Lucros, Capital, Crédito, Juro e o Ciclo Econômico**. São Paulo: Editora Nova Cultural Ltda., 1997.

SOFKA, W.; SHEHU, E.; HRISTOV, H. RIO Country Report 2017: Germany. Research and Innovation Observatory country report series. **Publications Office of the European Union**, Luxemburgo, 2018.

STORM, S.; NAASTEPAD, C.W.M. Crisis and recovery in the German economy: The real lessons. **Structural Change and Economic Dynamics**, Volume 32, p. 11-24, Mar. 2015.

STORPER, M. Regional technology coalitions an essential dimension of national technology policy. **Research Policy**, v. 24, n. 6, p. 895–911, 1995.

SZAPIRO, M.; MATOS, M.; CASSIOLATO, J. E.; Sistemas de Inovação e Desenvolvimento. In: RAPINI, M. S.; SILVA, L. A.; ALBUQUERQUE, E. M. (Org.) **Economia da Ciência, Tecnologia e Inovação: Fundamentos teóricos e a economia global**. Curitiba: Ed. Prismas. cap. 10, p 371- 412, 2017.

TÖDTLING, F.; KAUFMANN, A. How effective is innovation support for SMEs? An analysis of the region of Upper Austria. **Technovation**, v. 22, p. 147–159, 2002a.

_____. SMEs in Regional Innovation Systems and The Role of Innovation Support — The Case of Upper Austria. **Journal of Technology Transfer**, v. 27, p. 15–26, 2002b.

ULRICH, K. Hidden champions power growth. **Deutsche Welle**, 21 Out. 2012. Disponível em: <<https://www.dw.com/en/hidden-champions-power-growth/a-16321468>>. Acesso em: 04 Jun. 2020.

VERSPAGEN, B. Innovation and Economic Growth. In: FAGERBERG J.; MOWERY, D. C.; NELSON, R. R. **The Oxford Handbook of Innovation**. Oxônia: Oxford University Press, 2004. p. 487-513.

INSTITUT FÜR MITTELSTANDSFORSCHUNG BONN. **What is an SME?**. Disponível em: <https://ec.europa.eu/growth/smes/business-friendly-environment/sme-definition_en>. Acesso em: 30 Abr. 2020.

ZHU, Y; WITTMANN, X; PENG, M.W. Institution-based barriers to innovation in SMEs in China. **Asia Pacific Journal of Management**, v. 29, n. 4, p. 1131-1142, Dez. 2012.

ANEXOS

ANEXO A - EMPRESAS - INNOVATION CORE ACTIVITIES⁷⁸ - QUE INTRODUZIRAM INOVAÇÕES POR PAÍS EM NÚMEROS ABSOLUTOS E RELATIVOS E POR TAMANHO

País	Total	Percentual Total	De 10 a 49 empregados	Percentual 10 a 49	De 50 a 249 empregados	Percentual 50 a 249	250 empregados ou mais	Percentual 250 ou mais
Switzerland	16.531	72,30	11.639	68,80	3.882	79,60	1.011	94,30
Norway	6.465	68,90	4.899	67,20	1.282	73,60	284	79,30
Portugal	12.647	65,80	9.784	63,60	2.458	73,80	405	83,80
Luxembourg	1.158	62,70	820	59,50	267	69,70	71	81,50
Finland	5.319	62,60	3.814	58,40	1.211	75,40	295	83,80
Austria	10.379	61,40	7.366	56,50	2.341	75,80	671	84,10
Germany	86.922	60,80	57.969	54,90	22.661	74,20	6.293	89,60
Belgium	8.336	59,50	5.964	55,10	1.887	72,70	484	84,40
Turkey	51.471	59,50	40.308	58,30	9.007	63,40	2.156	69,00
Netherlands	14.843	57,50	10.653	53,80	3.475	68,90	715	73,30
Greece	6.202	56,90	4.911	54,50	1.113	66,30	178	81,70
Ireland	3.841	55,90	2.794	51,70	819	69,20	227	79,60
France	40.310	55,90	29.031	52,00	8.345	66,00	2.935	79,80
United Kingdom	52.049	55,00	39.983	53,20	9.830	60,80	2.236	67,10
Iceland	448	53,30	302	47,40	114	71,70	32	71,10
Sweden	9.446	52,60	7.016	48,90	1.971	65,10	459	77,40
Italy	60.198	52,20	48.545	49,20	9.715	68,70	1.937	81,30
Lithuania	3.888	49,80	2.746	44,90	920	63,20	222	90,20
Croatia	3.121	47,50	2.278	44,00	650	57,30	193	73,40
Estonia	1.713	46,10	1.147	39,60	476	66,60	91	85,80
Czechia	10.159	44,90	6.557	39,40	2.702	56,40	900	75,50
Serbia	5.571	43,00	4.442	40,40	872	55,30	258	65,60
Slovenia	1.661	37,40	1.093	31,60	430	52,90	138	81,20

⁷⁸ Ver na regulação na 995/2012 Comissão Europeia.

Fonte: CIS 2016

ANEXO A - CONTINUAÇÃO

País	Total	Percentu al Total	De 10 a 49 empregad os	Percentu al 10 a 49	De 50 a 249 empregad os	Percentu al 50 a 249	250 empregad os ou mais	Percentu al 250 ou mais
North Macedoni a	1.166	37,40	871	35,60	232	41,90	63	55,30
Cyprus	639	36,50	482	33,30	132	49,80	25	62,50
Spain	22.895	34,90	16.418	30,40	5.159	52,60	1.319	71,20
Malta	289	31,80	199	27,80	70	44,60	20	57,10
Latvia	1.416	29,50	946	25,00	379	43,50	91	66,40
Slovakia	2.206	29,30	1.272	23,60	690	40,20	244	58,90
Hungary	4.414	27,60	2.989	23,90	1.071	37,50	354	55,60
Bulgaria	3.680	25,10	2.135	18,80	1.143	40,90	402	79,10
Poland	12.292	21,00	6.862	15,30	3.972	35,00	1.457	60,00
Romania	2.812	9,80	1.958	8,80	631	11,70	223	17,90

Fonte: CIS 2016

ANEXO B - PERCENTUAL DE EMPRESAS ALEMÃS INOVADORAS EM PRODUTOS E/OU PROCESSOS QUE CONCEDERAM **MUITA IMPORTÂNCIA** À FONTE DE INFORMAÇÃO POR TAMANHO. SELEÇÃO: EMPRESAS DO MESMO GRUPO, FORNECEDORES, CLIENTES OU CONCORRENTES - SETORES: INNOVATION CORE ACTIVITIES⁷⁹

Tamanho / Fonte de informação	Empresas dentro do grupo empresarial	Fornecedores de equipamentos, materiais, componentes ou software	Clientes ou consumidores do setor privado	Clientes ou consumidores do setor público	Concorrentes ou outras empresas do mesmo setor
10 a 49 empregados	54,4	8,9	31,9	6,7	14,1
De 50 a 249 empregados	62,2	7,3	33,7	7,5	15,4
250 empregados ou mais	71,1	9,0	41,0	8,7	23,5

Fonte: Elaboração própria com base na CIS 2016

⁷⁹ Ver na regulação na 995/2012 Comissão Europeia.

ANEXO C - PERCENTUAL DE EMPRESAS ALEMÃS INOVADORAS EM PRODUTOS E/OU PROCESSOS QUE CONCEDERAM **MUITA IMPORTÂNCIA** À FONTE DE INFORMAÇÃO POR TAMANHO. SELEÇÃO: ATORES ACADÊMICOS, EVENTOS E ASSOCIAÇÕES - SETORES: INNOVATION CORE ACTIVITIES⁸⁰

Tamanho / Fonte de informação	Consultores ou laboratórios comerciais	Universidades ou outras instituições de ensino superior	Governo ou institutos públicos de pesquisa	Conferências, feiras e exposições	Revistas ou publicações comerciais científicas / técnicas	Associações profissionais ou da indústria
10 a 49 empregados	3,3	6,3	2,5	13,3	7,1	4,1
De 50 a 249 empregados	4,7	7,4	3,0	12,4	6,3	5,2
250 empregados ou mais	6,2	10,6	3,8	14,5	8,8	7,5

Fonte: Elaboração própria com base na CIS 2016

⁸⁰ Ver na regulação na 995/2012 Comissão Europeia.

ANEXO D - FINANCIAMENTO EFETUADO NO PERÍODO 2015-2019 DO ZIM COMPARADO COM O PIB DE CADA ESTADO, DESTACADOS OS ESTADOS DA ANTIGA ALEMANHA ORIENTAL

Estados	Financiamento em milhões de Euros	Percentual do Programa	PIB de 2018 aprox em bilhões de Euros	% PIB	Peso relativo do programa em relação ao % do PIB	PIB per capita
Sachsen	€427,44	15,78%	€126,00	3,72%	4,24	€30.897,98
Thüringen	€182,76	6,75%	€64,00	1,89%	3,57	€29.862,66
Brandenburg	€110,16	4,07%	€74,00	2,19%	1,86	€108.347,76
Sachsen-Anhalt	€84,78	3,13%	€64,00	1,89%	1,66	€17.559,14
Berlin	€183,03	6,76%	€147,00	4,34%	1,56	€58.521,04
Bremen	€38,40	1,42%	€34,00	1,00%	1,41	€3.071,49
Mecklenburg-Vorpommern	€43,10	1,59%	€45,00	1,33%	1,20	€20.377,47
Baden-Württemberg	€469,95	17,35%	€511,00	15,10%	1,15	€317.455,39
Nordrhein-Westfalen	€411,06	15,18%	€705,00	20,83%	0,73	€382.906,82
Saarland	€20,06	0,74%	€36,00	1,06%	0,70	€2.752,98
Bayern	€327,07	12,08%	€625,00	18,46%	0,65	€34.852,63
Niedersachsen	€148,51	5,48%	€296,00	8,74%	0,63	€298.836,25
Rheinland-Pfalz	€71,54	2,64%	€149,00	4,40%	0,60	€18.665,95
Schleswig-Holstein	€38,46	1,42%	€97,00	2,87%	0,50	€23.746,32
Hamburg	€46,57	1,72%	€120,00	3,55%	0,49	€19.151,56
Hessen	€105,41	3,89%	€292,00	8,63%	0,45	€100.803,95
Total	€2.708,28	100,00%	€3.385,00	100,00%	-	€40.773,69

Fonte: BMWi

ANEXO E - FINANCIAMENTO EFETUADO DO ZIM NO PERÍODO 2015 ATÉ MARÇO DE 2020 COMPARADO COM O PIB E POPULAÇÃO DE CADA ESTADO, DESTACADOS OS ESTADOS DA ANTIGA ALEMANHA ORIENTAL

Estados	Financiamento em milhões de Euros	Percentual do Programa	População	% Pop	Peso relativo do programa em relação ao % da População
Sachsen	€427,44	15,78%	4.077.937	4,91%	3,21
Thüringen	€182,76	6,75%	2.143.145	2,58%	2,61
Bremen	€38,40	1,42%	682.986	0,82%	1,72
Berlin	€183,03	6,76%	3.644.826	4,39%	1,54
Brandenburg	€110,16	4,07%	2.511.917	3,03%	1,34
Baden-Württemberg	€469,95	17,35%	11.069.533	13,33%	1,30
Sachsen-Anhalt	€84,78	3,13%	2.208.321	2,66%	1,18
Mecklenburg-Vorpommern	€43,10	1,59%	1.609.675	1,94%	0,82
Hamburg	€46,57	1,72%	1.841.179	2,22%	0,78
Bayern	€327,07	12,08%	13.076.721	15,75%	0,77
Nordrhein-Westfalen	€411,06	15,18%	17.932.651	21,60%	0,70
Saarland	€20,06	0,74%	990.509	1,19%	0,62
Niedersachsen	€148,51	5,48%	7.982.448	9,62%	0,57
Rheinland-Pfalz	€71,54	2,64%	4.084.844	4,92%	0,54
Hessen	€105,41	3,89%	6.265.809	7,55%	0,52
Schleswig-Holstein	€38,46	1,42%	2.896.712	3,49%	0,41
Total	€2.708,28	100,00%	83.019.213	100,00%	-

Fonte: BMWi

ANEXO F - FINANCIAMENTO EFETUADO DO ZIM NO PERÍODO 2015-2019 POR TECNOLOGIA

Campo Tecnológico	Financiamento em milhões de Euros	Percentual do Programa
Tecnologias de Produção	€685,99	25,33%
Eléctricas, Instrumentação, Sensores	€343,46	12,68%
Tecnologias de Materiais	€264,75	9,78%
TIC	€256,85	9,48%
Pesquisa em Saúde e Tecnologias Médicas	€230,83	8,52%
Tecnologias de Construção	€169,46	6,26%
Tecnologias Ambientais	€127,68	4,71%
Biotecnologia	€115,60	4,27%
Tecnologias de Energia	€105,96	3,91%
Tecnologias Ópticas	€91,06	3,36%
Pesquisa Têxtil	€75,94	2,80%
Automóvel e Tecnologias de Transporte	€59,11	2,18%
Outras Tecnologias	€71,47	2,64%
Serviços	€23,43	0,87%
Tecnologias de Segurança	€22,94	0,85%
Tecnologia de Microsystems	€20,69	0,76%
Plantas	€13,42	0,50%
Nanotecnologias	€11,44	0,42%
Tecnologias Marítimas	€8,98	0,33%
Tecnologia de Aviação	€7,88	0,29%
Tecnologia Espacial	€1,34	0,05%
Total	€2.708,28	100,00%

Fonte: BMWi