



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE CIÊNCIAS APLICADAS



JOÃO IGOR MAZONI RODRIGUES

POLÍTICAS GOVERNAMENTAIS PARA A ECOINOVAÇÃO NO SETOR AUTOMOBILÍSTICO

Limeira

2015

JOÃO IGOR MAZONI RODRIGUES

POLÍTICAS GOVERNAMENTAIS PARA A ECOINOVAÇÃO NO SETOR AUTOMOBILÍSTICO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial para obtenção do título de bacharel em Gestão de Comércio Internacional à Faculdade de Ciências Aplicadas da Universidade Estadual de Campinas

Orientadora: Profa. Dra. Maria Ester Soares Dal Poz

Limeira

2015

Ficha catalográfica
Universidade Estadual de Campinas
Biblioteca da Faculdade de Ciências Aplicadas
Sueli Ferreira Júlio de Oliveira - CRB 8/2380

R618p Rodrigues, João Igor Mazoni, 1993-
Políticas governamentais para a ecoinovação no setor automobilístico / João
Igor Mazoni Rodrigues. – Campinas, SP : [s.n.], 2015.

Orientador: Maria Ester Soares Dal Poz.
Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Estadual de
Campinas, Faculdade de Ciências Aplicadas.

1. Inovação. 2. Sustentabilidade. 3. Políticas públicas. 4. Carros elétricos. I.
Soares Dal Poz, Maria Ester. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade
de Ciências Aplicadas. III. Título.

Informações adicionais, complementares

Título em outro idioma: Government policies to eco-innovation in automotive sector

Palavras-chave em inglês:

Innovation

Sustainability

Public policies

Electric car

Área de concentração: Políticas Setoriais

Titulação: Bacharel em Gestão de Comércio Internacional

Banca examinadora:

André Luiz Sica de Campos

Data de entrega do trabalho definitivo: 30-06-2015

Dedico este trabalho aos excluídos, aos que são continuamente oprimidos e aos movimentos de empoderamento e militância social, sobretudo ao movimento feminista e ao LGBT.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos os professores que me acompanharam pela minha vida escolar e acadêmica, pela sua dedicação e entusiasmo em transmitir o saber de forma humana e responsável. Dentre estes agradeço especialmente aos meus pais, pelo cuidado, pelo suporte e pela instrução, por terem me amado mesmo quando não puderam me compreender. Agradeço também aos meus irmãos pelo apoio e pelo companheirismo, e também aos meus amigos, pelo carinho, por sua amizade sincera e por estarem junto de mim nos bons e nos maus momentos.

*A liberdade, que é uma conquista e não uma
doação, exige permanente busca. Busca
permanente que só existe no ato responsável de
quem a faz. Ninguém tem liberdade para ser livre:
pelo contrário, luta por ela precisamente porque
não a tem. Ninguém liberta ninguém, ninguém se
liberta sozinho, as pessoas se libertam em
comunhão.*

Paulo Freire

RODRIGUES, J. I. M. **Políticas Governamentais para a EcoInovação no Setor Automobilístico**. 2015. 95p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Gestão de Comércio Internacional) – Faculdade de Ciências Aplicadas, Universidade Estadual de Campinas. Limeira, 2015.

Resumo

Os transportes rodoviários são responsáveis por grande parte das emissões de gases estufa na atmosfera, contribuindo significativamente para o agravamento do aquecimento global. Tal fato decorre do modelo tecnológico dominante na indústria automotiva baseado na propulsão por combustão interna, em especial de combustíveis fósseis. Devido a isso, o setor de automóveis tem se mobilizado a investir em ecoinovação para a geração de novos produtos mais sustentáveis, como automóveis elétricos e híbridos elétricos. A implementação da ecoinovação é de alta complexidade e requer o desenvolvimento de tecnologias que desestruturam o paradigma já consolidado, entretanto ela tem se estabelecido como vantagem competitiva nesse segmento, tendo em vista as pressões sociais por sustentabilidade que condicionam esse modelo. Deste modo, as empresas brasileiras que atuam nesse setor devem se alinhar a essas novas demandas para obterem sucesso. Em caráter complementar e mandatário as políticas governamentais podem desempenhar um importante papel no incentivo da ecoinovação, dando condições à indústria automobilística de realizar tais inovações técnicas e possibilitando o fortalecimento da competitividade nacional.

Palavras-Chave: Inovação; Sustentabilidade; Políticas Públicas; Carros Elétricos.

RODRIGUES, J. I. M. **Government Policies to Eco-innovation in Automotive Sector**. 2015. 95p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Gestão de Comércio Internacional) – Faculdade de Ciências Aplicadas, Universidade Estadual de Campinas. Limeira, 2015.

Abstract

Road transport accounts for most of the greenhouse gases emissions into the atmosphere, contributing significantly to the worsening of global warming. This is due to the dominant technological model in the automotive industry based on internal combustion propulsion, especially of fossil fuels. Because of this, the car sector has mobilized to invest in eco-innovation to generate new, more sustainable products, such as electric and hybrid electric vehicles. The implementation of eco-innovation is highly complex and requires the development of technologies that disrupt the already established paradigm, though it has established itself as a competitive advantage in this segment, considering the social pressures for sustainability that drives this model. Thus, Brazilian companies that operate in this sector must align to these new demands to succeed. In complement and mandatory character government policies can play an important role in encouraging eco-innovation, giving conditions to the automotive industry to perform such technical innovations and thus strengthening national competitiveness.

Key Words: Innovation; Sustainability; Public Policies; Electric Car.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1.	Participação dos Setores nas Emissões Globais de Gases do Efeito Estufa.....	39
-----------	--	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.	Indústrias inovadoras no setor automotivo e no total.....	19
Tabela 2.	Comparativo entre os principais modelos de carro elétrico.....	28
Tabela 3.	Contribuições de Veículos Automotores para as Emissões Antropogênicas.....	41
Tabela 4.	Grandes Cidades que Excederam os Limites de Poluição Aceitáveis pela OMS (1980/1984).....	42
Tabela 5.	Gêneros de políticas indutoras da inovação ambientalmente saudável.....	51

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABVE	Associação Brasileira do Veículo Elétrico
ADEME	Agence de L'environnement et de la Maîtrise de L'énergie (Agência do Desenvolvimento e da Matriz Energética)
ATPZEV	Advanced Technology Partial Zero Emission Vehicle (Veículos de Emissão Parcialmente Zero Avançados Tecnicamente)
BEV	Battery Electric Vehicle (Veículo Elétrico à Bateria)
BNDES	Banco Nacional do Desenvolvimento
CAAA	Clean Air Act Amendments (Alterações da Lei do Ar Limpo)
CAFE	The Corporate Average Fuel Economy Program (Programa de Economia Média de Combustível das Corporações)
CAMEX	Câmara de Comércio Exterior
CARB	California Air Resources Board (Quadro Californiano dos Recursos do Ar)
CGDD	Commissariat Général au Développement Durable (Comissão Geral para o Desenvolvimento Sustentável)
CIDE	Contribuições de Intervenções do Domínio Econômico
CNUMAD	Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e Desenvolvimento
EdF	Electricité de France (Eletricidade da França)
ENTD	Enquête Nationale des Transports et Déplacements (Enquete Nacional dos Transportes e Deslocamentos)
EV	Electric Vehicle (Veículo Elétrico)
FINEP	Financiadora de Estudos e Projetos
FNDCT	Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
FUNTEC	Fundo Tecnológico
GEE	Gases do Efeito Estufa

GPS	Global Positioning System (Sistema de Posicionamento Global)
ICE	Internal Combustion Engine (Motor de Combustão Interna)
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change (Painel Intergovernamental sobre Mudança Climática)
MDIC	Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior
NDRC	National Development and Reform Commission (Comissão Nacional do Desenvolvimento e Reforma)
NLEV	National Low-Emission Vehicle Program (Programa Nacional de Veículos de Baixa Emissão)
NREAP	National Renewable Energy Action Plan (Plano de Ação para energia Nacional Renovável)
OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development (Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico)
OMS	Organização Mundial da Saúde
ONU	Organização das Nações Unidas
P&D	Pesquisa e Desenvolvimento
PEV	Plug-in Electric Vehicle (Veículo Elétrico com Plug)
PHEV	Plug-in Hybrid Electric Vehicle (Veículo Híbrido Elétrico com Plug)
PMW	Pulse Width Modulation (Modulação por Largura de Pulso)
PND	Plano Nacional de Desenvolvimento
PSA	Peugeot Sociedade Anônima
PZEVS	Partial Zero Emission Vehicle (Veículos de Emissão Parcialmente Zero)
UE	União Europeia
UNFCCC	United Nations Framework Convention Climate Change (Convenção do Clima)
UPS	Uninterruptible Power Supply (Fonte de Energia Ininterrupta)
ZEV	Zero Emission Vehicle (Veículo de Emissão Zero)

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
2. ECOINOVAÇÃO NO SETOR AUTOMOBILÍSTICO	17
3. A INOVAÇÃO E SUSTENTABILIDADE	24
3.1. O Papel da Inovação no Desenvolvimento	32
3.2. Setor Automobilístico em Termos de Sustentabilidade	37
4. DEMANDAS TECNOLÓGICAS PARA A ECOINOVAÇÃO AUTOMOBILÍSTICA	43
4.1. Acumuladores de Energia	44
4.2. Geradores de Energia	45
4.3. Motor de Propulsão	45
4.4. Controle de Potência e de Tração.....	46
4.5. Sistemas Auxiliares.....	47
4.6. Infraestrutura.....	48
5. POLÍTICAS ENERGÉTICAS GOVERNAMENTAIS DE IMPACTO SOBRE O SETOR AUTOMOBILÍSTICO	50
5.1. Políticas Governamentais nos Países-Referência	54
5.1.1. União Europeia	57
5.1.2. Dinamarca	58
5.1.3. França	60
5.1.4. Estados Unidos	64
5.1.5. Califórnia	64
5.1.6. China.....	67
5.2. Políticas Governamentais no Brasil	70
5.3. Sugestão de Políticas a Serem Adotadas pelo Brasil	76
6. CONCLUSÃO	83
REFERÊNCIAS	85

1. INTRODUÇÃO

Este trabalho tem por propósito observar o panorama de implementação de inovações para a redução de impactos ambientais na indústria automobilística tendo em vista o cenário das políticas governamentais que visam conduzir e incentivar este processo. Tais políticas serão analisadas por meio da sua caracterização, dos modelos energéticos priorizados, sua estruturação e sua eficácia para a redução de emissões de automóveis e viabilização de estruturas de menor dano ambiental, ou plenamente limpas. As políticas a serem estudadas serão aquelas praticadas em países, estados ou blocos que se tornaram referência de sucesso ou bons exemplos que tenham características econômicas, sociais e de grau de desenvolvimento semelhantes às do Brasil, possibilitando traçar comparações, identificar as eventuais falhas das políticas brasileiras e apontar caminhos para melhorar seu desempenho.

Outro aspecto a ser levado em consideração será a forma com que a adoção de novos modelos tecnológicos menos danosos ao ambiente está sendo concebida pelo setor automobilístico, como a estrutura de mercado influencia esse processo, quais as principais dificuldades enfrentadas, quais são seus reflexos sobre a competitividade e sobre os paradigmas tecnológicos consolidados pelo setor. Será identificado de que modo se desenvolveu essa demanda, quais são os atores que promovem esse movimento, sua relevância e sua capacidade em exercer pressão sobre as indústrias automotivas. Para isso alguns conceitos fundamentais devem ser esclarecidos a princípio, bem como os fatores que condicionaram a formulação desse panorama que tem sido a força impulsionadora da busca por novos modelos e tecnologias nas empresas fabricantes de automóveis e em tantas outras.

Levando em consideração as recentes transformações do consumidor em aspectos sociais podemos destacar o movimento ambientalista e o grande sucesso que este obteve nas últimas duas décadas em estruturação e amplitude. Isso em grande parte decorreu da criação do conceito de desenvolvimento sustentável, popularizado na Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e Desenvolvimento (CNUMAD) que ocorreu em 1992 no Rio de Janeiro. Essa ideia conciliou preservação e crescimento econômico, de modo a trazer também a aceitação por parte dos setores

produtivos, o que impulsionou o movimento a um status de sucesso mundial (BARBIERI et al., 2010).

O movimento pelo desenvolvimento sustentável tem pressionado o mundo empresarial de modo a gerar diversas iniciativas em prol do meio ambiente. No setor automobilístico essas pressões são bastante presentes, tendo em vista que seu modelo é baseado em veículos movidos pela combustão interna de combustíveis de origem fóssil, o que garante ao segmento ampla participação na emissão de gases do efeito estufa (sobretudo nos países desenvolvidos). As iniciativas tomadas para redução de danos da indústria seguem o modelo de fora para dentro¹ e são tomadas como fator de competitividade, diferenciação ou qualificação. Nessa mesma linha surge a ideia de inovação sustentável, ou ainda ecoinovação, como ferramenta para o alcance do desenvolvimento sustentável em ambiente empresarial (BARBIERI et al., 2010).

A ecoinovação é concebida por René Kemp (2007) como aquela que resulta em efeitos menos danosos ao meio-ambiente do que as alternativas usuais. Nesse cenário são abrangidas as tecnologias que promovem o uso eficiente dos recursos, reduzem a poluição e diminuem a geração de resíduos. Essa definição leva em consideração o desempenho ambiental da inovação, e não os seus objetivos, tendo em vista que nem sempre os objetivos configuram determinantes concretos de reflexos ecológicos positivos. O conceito de ecoinovação não se limita às mais novas ou melhores tecnologias ambientais, ele abrange a todas tendo em vista os benefícios produzidos por sua adoção. René Kemp e Peter Pearson (2007) estruturam ainda uma definição mais técnica baseada na definição de inovação utilizada pela OECD:

A eco-inovação é a produção, assimilação e exploração de um produto, processo de produção, serviço ou gestão que é novo para a organização (em desenvolvimento ou implementação) e que resulta, ao longo de seu ciclo de vida, na redução do risco ambiental, poluição e outros impactos negativos do uso de recursos (incluindo o uso de energia) em comparação com as alternativas correspondentes (OECD, 2005).

Barbieri complementa esse conceito aliando-o ao ideal do desenvolvimento sustentável, definido pela Comissão de Meio Ambiente e

¹ O modelo de fora para dentro denomina o processo pelo qual as demandas de atores do ambiente externo, como a sociedade e as instituições, refletem sobre a empresa de modo a pressioná-la a elaborar medidas a serem efetuadas internamente.

Desenvolvimento como “aquele que atende as necessidades do presente sem comprometer a possibilidade das gerações futuras de atenderem as suas próprias necessidades”. O viés sustentável abrange três dimensões: a econômica, a ambiental e a social. Deste modo, para que uma ação seja tida como plenamente sustentável essa deverá satisfazer essas três dimensões simultaneamente (BARBIERI et al., 2010). Nesse sentido, Barbieri introduz o conceito de inovação sustentável:

A “inovação sustentável” é introdução (produção, assimilação ou exploração) de produtos, processos produtivos, métodos de gestão ou negócios, novos ou significativamente melhorados para a organização e que traz benefícios econômicos, sociais e ambientais, comparados com alternativas pertinentes (BARBIERI et al., 2010).

Para Barbieri (2010) o conceito de ecoinovação apresentado por Pearson e Kemp abrange apenas dimensões ambientais e econômicas da sustentabilidade, podendo ser traduzido por um modelo de ecoeficiência. Ainda que esse modelo componha uma importante base ele não admite as demandas sociais presentes no mercado e não proporciona uma experiência completa de sustentabilidade no meio empresarial. Entretanto, a ecoinovação se apresenta como uma alternativa mais aplicável às realidades do mercado, o que favorece que o viés da ecoeficiência.

As ideias de ecoinovação e Inovação sustentável serão tratadas como sinônimos no decorrer do presente trabalho. O conceito da ecoinovação terá um espaço de maior visibilidade devido ao foco em questões técnicas e mercadológicas a respeito da inovação de mitigação de impactos ambientais, entretanto algumas questões da inovação sustentável serão discutidas a fim de dar visibilidade às suas perspectivas sobre a dimensão social da sustentabilidade.

2. ECOINOVAÇÃO NO SETOR AUTOMOBILÍSTICO

A indústria automobilística no Brasil apresenta um número relativamente grande de empresas, entretanto não há nenhuma grande fabricante nacional de automóveis, de modo que o parque industrial brasileiro desse produto é composto principalmente por montadoras estrangeiras que dominam as vendas domésticas e as exportações. Além disso, a maior fatia do mercado nacional se concentra sob domínio de três grandes corporações (Fiat, Volkswagen e General Motors). Tal concentração, combinada às barreiras inerentes do setor atribuem a indústria automobilística características de uma estrutura de oligopólio (JAZYNSKI; KOVALESKI; BETIM, 2013).

No oligopólio o número reduzido de firmas contribui para um modelo de competição mais intensificado, onde as ações e decisões estratégicas de uma empresa refletem diretamente sobre os ganhos de suas rivais, o que leva a um comportamento homogêneo no setor contraposto a uma concorrência personalizada. Isso ilustra duas características típicas dessa estrutura de mercado, a interdependência mútua e a interação competitiva. O setor de automóveis, entretanto, difere dos oligopólios puros, como o de *commodities* tendo em vista as especificidades do seu produto, que apresenta uma diversidade e um nível de tecnologia agregada consideravelmente maior se comparado a bens agrícolas e minérios. Deste modo, a indústria automobilística compõe um oligopólio diferenciado, assim como as indústrias de eletrônicos e cosméticos (BECKER, 2009).

O setor automotivo é também um oligopólio global, formado por um pequeno grupo de corporações internacionalizadas dispersas mundialmente em aglomerados produtivos. As barreiras à entrada derivadas dos altos ganhos da economia de escala, aglomeração e alto nível tecnológico, bem como os modelos de precificação e competição são fundamentais para compreender o comportamento desse mercado (GABRIEL et al., 2008).

Assim como apontado por Mário Possas (1990), a estratégia das empresas oligopolistas leva em conta concorrentes nacionais e internacionais, além da concorrência potencial. Desta forma, mesmo as ações isoladas tomadas por concorrentes em outros mercados podem representar ameaças futuras às empresas

do setor, bem como a necessidade de adaptação para o desenvolvimento de uma resposta em conduta estratégica.

A precificação em mercados concentrados é elaborada tendo em vista ganhos a longo prazo e a permanência das empresas dominantes no setor. Deste modo, os preços são determinados ao maior nível que ainda impeça a entrada de novas empresas no mercado, tal como apontado pela teoria do “preço-limite”. Este valor médio é seguido pelos demais atores do setor, compondo um cenário de preços homogêneos e pouco predatórios as concorrentes já consolidadas no mercado (POSSAS, 1990). As variações entre o preço adotado por uma firma e outra reflete as disparidades do poder de mercado existentes no segmento (POSSAS; BALTAR, 1981).

A estipulação do preço-limite funciona também como uma barreira de mercado, pois coloca em prática valores inferiores aos que uma empresa que está entrando no setor seria capaz de praticar. Essa barreira assegura a permanência do seleto grupo de firmas já instaladas, uma vez que essas têm custos reduzidos decorrentes de ganhos de escala, possibilitando o oferecimento de menores preços. Para concretizar sua entrada num mercado oligopolizado uma empresa dependeria de um alto volume de capital investido, capaz de reproduzir a escala das empresas instaladas, além de superar as barreiras tecnológicas do setor (POSSAS, 1990).

Embora possa ser relevante ao consumidor, o preço não é o principal fator de competição em um oligopólio. As alterações sobre o preço causam reflexos em todo o setor, que adota uma precificação homogênea. Quando uma empresa baixa seu preço a um patamar sensível ao consumidor a concorrência rapidamente adota a mesma medida, evitando uma perda substancial de mercado. Deste modo, a queda de preço que deveria significar uma vantagem acaba por trazer uma redução permanente da margem de lucro em todo segmento (POSSAS, 1990).

A inovação compõe um fator de maior relevância para setores oligopolistas diferenciados tendo em vista a sua capacidade de criar assimetrias de mercado, dando vantagens significativas à empresa inovadora. Segundo Schumpeter (1942), a introdução de melhorias e avanços pode gerar a apropriação de ganhos

extraordinários obtidos da criação de um monopólio temporário, o que é a chamada apropriabilidade.

O setor automobilístico possui alto nível de intensidade tecnológica e é bastante inovador se comparado com os demais, adotando um volume de P&D investido em inovação acima da média. No Brasil o percentual de empresas inovadoras nesse segmento alcança o percentual de 37%, número pouco acima da média da indústria de modo geral, que é de 34%. Embora relevante, tal valor é ainda baixo tendo em vista os competidores em âmbito global (NEGRI et al., 2008).

Em partes esse mal indicativo pode decorrer do alto número de empresas automobilísticas sediadas no país, que chega a 2.214 firmas, muitas das quais são frágeis e pouco eficientes. A França, por exemplo, tem um número mais reduzido de atores, contando com 786 empresas, e seu percentual de empresas inovadoras no setor automobilístico alcança os 51% (NEGRI et al., 2008).

Tabela 1. Indústrias inovadoras no setor automotivo e no total

Indicadores	Setor Automotivo				
	Alemanha	Espanha	França	Itália	Brasil
Número de Empresas	1.029	959	786	1.010	2.214
Inovadoras	667 65%	435 45%	399 51%	492 49%	819 37%
Inovadoras de produto	581 56%	320 33%	297 38%	297 29%	430 19%
Inovadoras de produto novo ao mercado	250 24%	162 17%	224 28%	211 21%	112 5%
Indicadores	Indústria Total				
	Alemanha	Espanha	França	Itália	Brasil
Número de Empresas	101.199	80.957	86.547	121.561	95.301
Inovadoras	56.908 56%	26.524 33%	27.322 32%	42.997 35%	32.796 34%
Inovadoras de produto	43.820 43%	15.138 19%	16.793 19%	22.324 18%	19.670 21%
Inovadoras de produto novo ao mercado	17.730 18%	5.873 7%	10.876 13%	13.742 11%	3.388 4%

Fontes: Pesquisa Industrial de Inovação Tecnológica (PINTEC / IBGE) e Community Innovation Survey (CIS 4).

A inovação representa um fator de grande importância para a melhoria da competitividade no setor oligopolista automobilístico, tanto a nível nacional quanto no âmbito da firma. De acordo com Silvia Possas (1999), a construção de vantagens competitivas é realizada por meio da inovação, seja ela de produto, processo, mercado ou organizacional. Essa vantagem é capaz de garantir uma lucratividade extraordinária com base no monopólio estendido da empresa inovadora e é geralmente obtido por meio de avanços técnicos (POSSAS, 1999). A visão de Porter (2000) se complementa as questões até aqui apresentadas, para ele as empresas obtêm vantagens competitivas quando identificam a necessidade de um novo mercado ou o potencial de uma nova tecnologia, sobretudo quando agem com rapidez explorando esses benefícios antes de seus concorrentes potenciais.

Ainda que a inovação seja o instrumento de maior eficácia para o ganho de vantagens competitivas efetivas em oligopólios diferenciados há uma série de fatores que dificultam o investimento em pesquisa e desenvolvimento no setor automobilístico. Entre os maiores obstáculos para a inovação estão os riscos econômicos (como o risco do produto não ser bem aceito pelo mercado), o custo da inovação e a disponibilidade de crédito (BAHIA; DOMINGUES, 2010).

No caso do setor automobilístico as tendências indicam um caminho ainda mais complexo e desafiador. A crescente demanda do mercado e do ambiente institucional pelaecoinovação trazem a um cenário que necessita mais do que simples inovações incrementais. O desenvolvimento de automóveis elétricos ou híbrido-elétricos requer uma série de inovações de perfil radical e disruptivo, constituindo uma nova infraestrutura de mercado. Nesse modelo os riscos inerentes à inovação também são maiores, pois o mercado a ser atendido ainda é pouco conhecido e relativamente pequeno, de modo que os riscos econômicos se agravam. A perspectiva do custo de inovação e a disponibilidade de crédito também são afetadas, tendo em vista o alto volume de capital a ser recuperado no longo prazo conforme o mercado dessa nova tecnologia vai se estabilizando, o que são os chamados *sunk costs* (ZAPATA; NIEUWENHUIS, 2010).

As empresas que adotam uma estratégia deecoinovação adentram em um ambiente pouco explorado e com reflexos imprevisíveis. O mercado para o novo produto ainda é desconhecido e suas fronteiras são pouco definidas, o que representa uma alteração radical sobre o estado mental da organização, levando a uma quebra de parte considerável de seus paradigmas. Além disso, as firmas que assumem estratégias focadas em inovação enfrentam outros riscos, pois muitas organizações tem capacidade para pensar produtos altamente inovadores, mas não dispõem de recursos adequados para dar andamento ao projeto e realizar a introdução de um novo produto no mercado (TAVARES, 2000).

René Kemp, Schot e Hoogma (1998) apontam ainda um conjunto de empecilhos específicos do setor automobilístico que dificultam a efetivação de uma estratégia ecoinovadora. Entre eles fatores tecnológicos e de produção, políticas governamentais, demanda, infraestrutura, questões culturais e psicológicas e até efeitos indesejáveis da implementação das tecnologias sustentáveis. Aqui serão apresentados e discutidos cada um deles brevemente:

Fatores tecnológicos – A ecoinovação não se enquadra no sistema de tecnologia em transportes existente, de modo a compor uma necessidade por desenvolver e aprimorar tecnologias complementares que podem não estar disponíveis no momento ou que são muito caras. Ainda assim essas tecnologias serão pouco eficazes inicialmente e seus custos serão bastante elevados por conta da produção em baixa escala (ELZEN; HOOGMA; SCHOT², 1996 apud KEMP; SCHOT; HOGMA, 1998).

Políticas de governo e modelos de regulação – Políticas governamentais de desenvolvimento podem conferir uma barreira quando são muito amplas e abrangem modelos de desenvolvimento conflitantes. As políticas não apresentam um planejamento concreto que favoreça e dê suporte ao desenvolvimento de uma trajetória da ecoinovação, na maioria das vezes ela nem sequer apontam para uma direção clara. Essa falta de direcionamento faz com que a incerteza e a expectativa de

² ELZEN,B.; HOOGMA, R.; SCHOT, J. **Mobilikit met Toekomst**: Naar een Vraaggericht Technologzbeleid, Relatório para o Ministério Dinamarquês de Tráfego e Transporte. 1996.

riscos aumentem, desestimulando investidores e financiadores. Por outro lado o direcionamento a um único modelo pode restringir o desenvolvimento de uma nova tecnologia (ELZEN; HOGMA; SCHOT, 1996 apud KEMP; SCHOT; HOGMA, 1998)

Fatores culturais e psicológicos – O carro está ligado a uma ideia de status, identidade, rapidez, potência e liberdade, tal imagem é compartilhada por consumidores, fabricantes e vendedores. Essa concepção pode não corresponder a outros modelos alternativos de automóveis como os dotados deecoinovação (ELZEN; HOGMA; SCHOT, 1996 apud KEMP; SCHOT; HOGMA, 1998).

Fatores de demanda – Há barreiras econômicas acerca da aceitabilidade de um novo modelo, disponibilidade ao pagamento ou risco de aversão. O fato de um produto ainda não ter sido testado para se comprovar satisfatório aumenta consideravelmente o receio do comprador, além disso, poucos apresentarão um perfil disposto a pagar mais por um produto inovador em troca de uma redução de emissões de gases do efeito estufa. O fabricante também está pouco disposto a assumir riscos e se apresenta incapaz de modificar as demandas de consumo do cliente, preferindo atender às preferências tradicionais do mercado (ELZEN; HOGMA; SCHOT, 1996 apud KEMP; SCHOT; HOGMA, 1998).

Fatores de produção – Além de arriscado o desenvolvimento de um novo protótipo para produto de massa é também muito trabalhoso. Há pouco incentivo ao investimento na inserção de novos produtos na indústria automobilística e as empresas evitam investir em novas tecnologias, tendo em vista que isso pode significar a abdicação dos retornos sobre os *sunk costs* do modelo já instalado (ELZEN; HOGMA; SCHOT, 1996 apud KEMP; SCHOT; HOGMA, 1998).

A ecoinovação requer uma estratégia vinculada a nichos de mercado, tendo em vista que o número de clientes para automóveis elétricos e híbridos é bastante restrito. Entretanto as indústrias de automóveis adotam, majoritariamente, estratégias focadas na liderança de custos (por ganhos de escala) ou na diferenciação. No setor automobilístico a produção em massa de automóveis de combustão interna é uma competência essencial, de modo que a exploração de nichos de mercado é pouco

benéfica, fazendo com que o desenvolvimento de ecoinovação seja pouco explorado (ELZEN; HOGMA; SCHOT, 1996 apud KEMP; SCHOT; HOGMA, 1998).

Infraestrutura e manutenção – A introdução de uma nova tecnologia pode exigir uma adaptação da infraestrutura e do sistema de abastecimento além de refletir diretamente sobre a manutenção do novo modelo de automóvel (uma vez que o mecanismo de propulsão é diferente) requerendo peças, equipamentos e serviços específicos. Em ambos os cenários as alterações só serão significativamente vantajosas se houver um número relativamente alto de demanda para esse mercado(ELZEN; HOGMA; SCHOT, 1996 apud KEMP; SCHOT; HOGMA, 1998) .

Efeitos sociais e de desenvolvimento indesejáveis das novas tecnologias – Algumas ecoinovações podem trazer efeitos negativos para o ambiente e para sociedade que são imprevisíveis. As baterias de carros elétricos podem gerar problemas de descarte, biocombustíveis podem demandar por maiores áreas de plantio (que não serão destinadas à alimentação), entre diversos outros cenários possíveis (ELZEN; HOGMA; SCHOT, 1996 apud KEMP; SCHOT; HOGMA, 1998).

3. A INOVAÇÃO E SUSTENTABILIDADE

O modelo econômico capitalista contemporâneo tem por base a competição entre empresas como processo de domínio de mercado, que é a fonte de obtenção de receitas sobre a produção de bens e serviços. Esse processo tem perfil cíclico, havendo alternância entre os agentes que dominam o mercado, entretanto as constantes melhorias decorrentes da criação de novos produtos, novos processos e novas combinações de fatores da produção geram melhorias em eficiência e eficácia, impulsionando o desenvolvimento das firmas e do mercado. As melhorias decorrentes desse processo são realizadas por meio da inovação e tem como base a concorrência entre atores (BECKER, 2009).

Este ciclo de novas combinações, empreendedorismo e crescimento econômico é apresentado como o primeiro conceito desenvolvido por Schumpeter para representar a inovação, apresentado em *The Theory o Development Economic* (Teoria do Desenvolvimento Econômico, publicado em 1912). Nesse contexto, Schumpeter considera a inovação as novas combinações trazidas pelos empreendedores que assumem papel revolucionário alterando o cerne do desenvolvimento econômico e quebrando os ciclos estáticos do mercado (ŚLEDZIK, 2013).

Posteriormente, em *Capitalism, Socialism and Democracy*, Schumpeter (1947) complementa o conceito de inovação definindo-o como o processo de mutação industrial que revoluciona a estrutura econômica destruindo os modelos anteriores e criando novos. Em paralelo a essa definição está a ideia de “destruição criadora”, que aponta a inovação como um instrumento capaz de destruir as tecnologias existentes no mercado, substituindo-as por novas em decorrência de um processo subdividido em quatro dimensões: Invenção, inovação, difusão e imitação (ŚLEDZIK, 2013).

De acordo com Grassi (2002), ainda que a teoria schumpeteriana ofereça ótimas bases para compreender o sistema capitalista moderno há alguns equívocos. O conceito de “destruição criadora”, por exemplo, é pouco aprofundado e oferece poucas pistas sobre o funcionamento desse processo. Além disso, no trabalho de Schumpeter é persistente a noção de equilíbrio entre os concorrentes, enquanto os

neo-schumpeterianos defendem que a concorrência é altamente dinâmica, sendo capaz de e criar instabilidade estrutural e assimetrias competitivas permanentes.

Silvia Possas (1999), alinhada à corrente neo-schumpeteriana, afirma que as empresas são os agentes decisórios no processo de concorrência e que buscam a criação de vantagens competitivas de forma consciente, buscando alterar suas condições de competir por meio do desenvolvimento contínuo de inovação. Deste modo, as firmas se estabelecem como agentes desencadeadores da inovação enquanto requisito intrínseco para a sobrevivência no mercado, e é por meio da introdução dessas inovações que elas modificam o poder relativo dos demais atores do setor, alterando as estruturas do ambiente de seleção em que estão estabelecidas.

As demandas por inovação variam e são definidas tendo em vista as perspectivas do mercado e as necessidades do cliente. As transformações de caráter social refletem sobre a percepção do consumidor gerando demanda por novos produtos e requerendo das firmas estratégias de inovação distintas. Levando em consideração as recentes transformações do consumidor em aspectos sociais podemos destacar o movimento ambientalista e o grande sucesso que este obteve nas últimas duas décadas em estruturação e amplitude. Isso em grande parte decorreu da criação do conceito de desenvolvimento sustentável, popularizado na Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e Desenvolvimento (CNUMAD) que ocorreu em 1992 no Rio de Janeiro. Essa ideia conciliou preservação e crescimento econômico, de modo a trazer também a aceitação por parte dos setores produtivos, o que impulsionou o movimento a um status de sucesso mundial (BARBIERI et al., 2010).

As organizações inovadoras sustentáveis são aquelas que introduzem novidades de modo eficaz buscando aumentar sua eficiência em termos econômicos, respeitar a capacidade de suporte do meio ambiente e ser instrumento de justiça social, promovendo a inclusão social, a proteção às minorias e grupos vulneráveis e o equilíbrio entre os gêneros (BARBIERI, 2007). Entretanto nem sempre este é um caminho fácil de ser trilhado, já que as tecnologias inovadoras que detém potencial de cumprir as metas-chaves da sustentabilidade não são facilmente introduzidas por modelos de negócios existentes em um setor, sendo necessárias mudanças estruturais

rigorosas para tornar essas tecnologias comercialmente viáveis, o que requer tempo, trabalho e alto volume de capital a ser investido (BEAUME; MIKLER, 2009).

No mercado de automóveis as demandas por sustentabilidade se estabelecem de forma efetiva, passando pelas instâncias reguladoras e tendo ampla abrangência pela sociedade. Este fato decorre dos problemas ambientais proporcionados pelos transportes e seu modelo de propulsão baseado em fontes energéticas não-renováveis e com alto potencial de poluição. O enquadramento tecnológico que sustenta esse modelo se apresenta como insustentável. O processo de produção e o funcionamento dos veículos, baseados em estruturas integralmente metálicas e combustão interna, tem efeitos substancialmente agressivos ao meio ambiente, o que justifica a necessidade de se desenvolverecoinovações para elaboração de modelos menos impactantes que ainda sejam sustentáveis em aspectos econômicos e ambientais (ZAPATA; NIEUWENHUIS, 2010; CHRISTENSEN, 2011).

Diversas fabricantes de automóveis têm realizado grandes investimentos em pesquisa para desenvolvimento de diferentes protótipos de modelos alternativos para veículos na tentativa de promover a sustentabilidade. Com base nisso, múltiplas inovações foram concretizadas, entretanto a introdução dessas novas tecnologias no mercado e sua disponibilização aos consumidores ainda tem sido bastante limitada (CHRISTENSEN, 2011). Parte dessa dificuldade é justificável com base no histórico de incorporação de inovações assistido pelo setor desde o início do século XX, que se baseia na captação de tecnologias-chave oriundas do automobilismo. Esse processo contribuiu para a estruturação de um mercado consumidor condicionado a fatores de potência e desempenho ao invés de eficiência energética e redução de danos (ZAPATA; NIEUWENHUIS, 2010).

Entre as tecnologias sustentáveis que vem sendo desenvolvidas é possível estabelecer dois grupos com base em suas diferenças de intensidade tecnológica. Nesse sentido distinguem-se as ecoinovações baseadas em combustíveis alternativos das que partem de propulsores alternativos. As tecnologias que adotam sistemas adaptados a novos combustíveis oriundos de fontes renováveis como o etanol, o biodiesel e o hidrogênio ou menos impactantes como o gás natural, o butano e

propano, demandam menores alterações sobre o modelo vigente, mantendo a dinâmica da combustão interna e requerendo menor nível de intensidade tecnológica, uma vez que suas inovações são meramente incrementais. No caso das propulsões alternativas, como as derivadas de células combustíveis e baterias elétricas, há uma modificação completa do modelo de funcionamento do automóvel havendo substituição do motor de combustão interna por um novo sistema, o que requer o desenvolvimento de novas tecnologias de perfil radical (ZAPATA; NIEUWENHUIS, 2010).

Entre estes dois grupos temos os modelos híbridos, que combinam a combustão interna e os modelos de propulsão alternativa. Nesse tipo de sistema o funcionamento do veículo é acionado por um motor de combustão, que pode inclusive funcionar a partir de combustíveis alternativos, conservando estruturas técnicas pouco modificadas. Entretanto há também o propulsor elétrico, seja ele de bateria-elétrica ou célula de combustíveis, que confere elementos mais intensivos em tecnologia. A solução desse dilema se dá quando observamos o efeito dos veículos híbridos no âmbito interno da firma. A empresa que adota esse modelo não assume grandes riscos e nem precisa alcançar os mesmos níveis de eficiência técnica necessários àquelas que optam por desenvolver automóveis com sistemas operados unicamente com propulsão alternativa. Além disso, quando uma corporação investe em um veículo híbrido ela não precisa abandonar os recursos que foram aplicados sobre as tecnologias de motor a combustão interna. Nesse sentido, o modelo de híbridos se aproxima muito mais do perfil das tecnologias incrementais do que das radicais, tendo consideráveis limitações sobre a intensidade tecnológica que lhe é demandado (ZAPATA; NIEUWENHUIS, 2010).

Outro modelo de propulsão alternativa que vem sendo desenvolvido recentemente e obtendo avanços significativos é o veículo elétrico a célula combustível. Nesse tipo de veículo a propulsão elétrica é alimentada por meio de células que produzem energia a partir de átomos de hidrogênio, algumas vezes usando um sistema auxiliar de combustão interna, também movido a hidrogênio. Essa tecnologia tem impactos muito baixos em emissão de gases do efeito estufa, mesmo quando acompanhada de um motor auxiliar de combustão interna, isso porque a

queima do hidrogênio tem como produto o vapor de água que contribui minimamente para o aquecimento global. O modelo de célula combustível conta ainda com um sistema eficiente capaz de armazenar a eletricidade que é produzida e não é utilizada imediatamente pelo motor, entretanto seu maior desafio está no tamanho ocupado pelo módulo produtor de eletricidade, que torna inviável a produção de carros. Muitas montadoras têm investido nessa tecnologia, mas até agora elaboram apenas caminhões, ônibus e vans. A elaboração de veículos leves ainda encontra-se em período de testes (CHAN, 2007).

Tabela 2. Comparativo entre os principais modelos de carro elétrico

Tipos de Carros Elétricos	Carro Elétrico a Bateria	Híbrido Elétrico	Elétrico a Célula Combustível
Propulsão	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Motor Elétrico 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Motor Elétrico ▪ Combustão Interna 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Motor Elétrico
Sistema de Energia	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Bateria ▪ Ultracapacitor 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Bateria ▪ Ultracapacitor ▪ Unidade geradora 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Célula Combustível ▪ Bateria ▪ Ultracapacitor
Fonte Energética e Infraestrutura	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Rede Elétrica de Carregamento 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Postos de Combustível ▪ Rede Elétrica de Carregamento 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Infraestrutura de produção e transporte de
Características	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Emissão zero ▪ Alta eficiência energética ▪ Independência de petróleo ▪ Alcance relativamente limitado ▪ Alto custo inicial ▪ Comercialmente viável 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Baixa emissão ▪ Maior economia de combustível ▪ Dependência de petróleo ▪ Maior custo de abastecimento ▪ Comercialmente 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Emissão zero ou mínima ▪ Alta eficiência energética ▪ Independência de petróleo ▪ Alcance de direção satisfatório ▪ Alto custo ▪ Em desenvolvimento
Maiores Desafios	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Bateria e gerenciamento da bateria ▪ Infraestrutura de abastecimento ▪ Custo 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Múltiplas fontes de energia para gerir e otimizar ▪ Tamanho e gerenciamento da bateria 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Custo da célula combustível e seu ciclo de vida ▪ Infraestrutura de abastecimento

Fonte: CHAN, C. C., 2007

A Tabela 2 contextualiza esses três modelos mais relevantes de automóvel elétrico hoje, comparando-os com base no seu modelo de propulsão, nas fontes energéticas que utilizam, no grau de impactos ambientais gerados e nas principais características desses veículos que refletem sobre aspectos econômicos e comerciais. A Tabela também apresenta quais têm sido os maiores desafios tecnológicos e de mercado para o desenvolvimento desses modelos deecoinovação na indústria automobilística, bem como para sua disponibilização em larga escala ao consumidor.

Algumas das dificuldades em se desenvolver inovação sustentável partem não da manutenção da sustentabilidade ambiental, mas sim da sustentabilidade econômica da própria corporação. Apesar da relevância da indústria automobilística para a economia mundial existem diversos fatores históricos inerentes a ela que ameaçam a sua sustentabilidade econômica de longo prazo. A situação financeira de empresas incumbentes do setor tem sido constantemente analisada revelando padrões muito altos de endividamento que colocam em risco a sua estabilidade financeira. Estes custos são derivados dos elevados níveis de investimentos necessários para o ingresso no setor, que possui grandes barreiras à entrada. A amortização desses custos, também referidos como *sunk costs*, depende dos ganhos com economias de escala por meio da produção em massa de bens padronizados. Deste modo há uma tendência a evitar assumir riscos que possam prejudicar as vendas e as receitas da empresa, levando a estratégias homogeneizadas que focam em atender padrões de consumo majoritários, desprezando alguns perfis de consumidores de menor representatividade, como é o caso do mercado de produtos sustentáveis que abrange nichos específicos (ZAPATA; NIEUWENHUIS, 2010).

Entretanto, a estratégia de produção vinculada a nichos de mercado, que poderia representar uma maior vulnerabilidade, pode ser compreendida como uma vantagem. Se constatarmos nesse nicho de produtos sustentáveis um mercado ignorado pelas concorrentes há a disponibilidade de usufruir de uma parcela de consumidores pouco atendida pelas demais empresas, o que acarreta num fragmento de mercado com baixa competição. Essa oportunidade pode ser explorada, sobretudo, pelas empresas já consolidadas no setor, que em decorrência disso tem maior resiliência aos riscos. Por se tratar de um mercado considerável, com número limitado

de fornecedores especializados e com perspectivas de crescimento é possível administrar até mesmo ganhos de escala, ainda que em menor proporção (POSSAS, 1999; KEMP; SCHOT; HOOGMA, 1998).

As demandas dos consumidores por inovações ambientais são, ainda, muito menores do que as demandas por outros modelos de inovação. Além disso, diversas corporações evitam a ecoinovação, primeiramente porque o objetivo de redução de danos é secundário ao de geração de lucro, mas também porque as alternativas sustentáveis necessitam de grande esforço de melhoria em qualidade e custo, sobretudo na fase de implementação. Além disso, as inovações ambientais concorrem com produtos e métodos de produção já consolidados e lidam com mercados pouco instruídos sobre seus benefícios e importância, de modo que seu desempenho é bastante prejudicado durante as etapas iniciais de introdução no mercado (KEMP; SOETE, 1992).

O grande desafio acerca da inovação sustentável é que ela representa uma ruptura aos modelos vigentes de produção, buscando formular estruturas alternativas. Nesse sentido uma ecoinovação se desenvolve por meio de tecnologias disruptivas, que são aquelas que levam em conta atributos e qualidades significativamente diferentes das praticadas e estimadas pelo senso-comum do mercado, podendo causar interrupção no seguimento normal de um processo dando início a outro (ZAPATA; NIEUWENHUIS, 2010). Rogers (2003) apresenta que as inovações disruptivas nem sempre são radicais do ponto de vista tecnológico. Isso porque a natureza disruptiva diz respeito aos efeitos de mercado conduzidos pela inovação, enquanto o perfil radical se refere a dimensão da intensidade tecnológica do invento. Nesse contexto uma inovação pode ser plenamente disruptiva, alterando as perspectivas do setor, a percepção e as preferências de consumo sem requisitar grandes saltos tecnológicos.

A respeito disso é possível adotar estratégias de ecoinovação até mesmo em firmas de menor potencial tecnológico explorando inovações incrementais que não alteram significativamente o modelo de propulsão dos automóveis, mas que impactam seu mercado, convertem seus danos ambientais (parcialmente) e alteram a percepção do consumidor. Um exemplo disso são os biocombustíveis, produzidos a partir de

vegetais como cana-de-açúcar, milho e beterraba para substituir recursos não-renováveis derivados do petróleo, como a gasolina e o diesel. O desenvolvimento e implementação de carros movidos à biocombustíveis como o etanol e o biodiesel necessitam de menor grau de intensidade tecnológica e de menor volume de capital, sendo acessíveis às pequenas empresas do setor e servindo de alternativa para que essas se alinhem as demandas de inovação sustentável (ZAPATA; NIEUWENHUIS, 2010).

No entanto, como será discutido adiante, vale ressaltar que no setor automobilístico as perspectivas tecnológicas guiadas por grandes empresas recaem sobre o desenvolvimento de automóveis com modelos de propulsão alternativa, excluindo a combustão interna, de modo que passam a ter melhor condicionamento competitivo a elaboração de veículos elétricos e híbridos-elétricos. Nesse cenário embora os biocombustíveis sejam uma alternativa de impacto ambiental reduzido e mais acessível às firmas ela pode não se enquadrar na conjuntura das demandas e do enquadramento tecnológico que está sendo formulado para o setor (ZAPATA; NIEUWENHUIS, 2010).

Mesmo com as dificuldades relativas ao desenvolvimento e implementação daecoinovação essa se estabelece no setor automobilístico como uma demanda urgente e altamente necessária. Esse caráter de indispensabilidade se dá em dois âmbitos, primeiramente do ponto de vista ecológico, enquanto uma alternativa para reduzir os extensos impactos que os transportes refletem sobre o meio ambiente e sobre o agravamento do aquecimento global. Em segundo lugar pelas perspectivas da concorrência na indústria automotiva, onde o desenvolvimento de veículos elétricos, híbridos e com outros modelos sustentáveis de propulsão tem progressivamente se firmado como uma vantagem competitiva determinante. Caso esse cenário se consolide no futuro as alterações do enquadramento tecnológico relativo a este segmento agirão de forma seletiva, excluindo do setor as empresas que ainda dependem das estruturas correspondentes ao modelo tecnológico anterior, baseado na combustão interna de combustíveis não-renováveis.

3.1. O Papel da Inovação no Desenvolvimento

A concorrência é defendida pelo movimento liberal desde o século XVIII como um instrumento efetivo para a eliminação dos privilégios e dos monopólios do comércio, estabelecendo-se como sinônimo da ideia de livre mercado. Até poucas décadas atrás a concepção da concorrência como um tipo de mercado onde há completa ausência de monopólio ainda se fazia persistente (DEMSETZ³, 1982 apud POSSAS, 1999). Contudo, esse encadeamento não decorre dessa forma na prática, e podemos observar isso mesmo pelo viés semântico. A concorrência pode ser definida como um processo de disputa entre diferentes produtores/vendedores e isso intrinsecamente já denota a presença do poder do monopólio, ainda que de forma temporária e parcial, pois não haveria possibilidade de disputa em um cenário de oferta absolutamente homogênea, se os produtos e seus fornecedores são idênticos a escolha é meramente aleatória (PERROUX, 1982). Desta forma, são as diferenças que conferem base para a competição, não há porque a empresa competir se não houver disparidades substanciais que afetem a percepção de seus clientes (POSSAS,1999).

Ao compreender a concorrência como um processo advindo da heterogeneidade, inevitavelmente ganham destaque aquelas forças que desencadeiam alterações sobre as características e condições do mercado, como a criação de novos produtos, novos processos e novas combinações de fatores da produção. Essas assimetrias partem da inovação, que é a força motriz dessa dinâmica. É dela que as firmas obtêm capacidade para a criação de vantagens competitivas que lhes poderão conceder monopólios temporários, aqui entendidos como a posição privilegiada que a empresa toma no mercado enquanto detém um diferencial que influencia seu consumidor. Esta situação se mantém até que os concorrentes respondam desenvolvendo novos diferenciais que superam o anterior, entretanto algumas vezes a manutenção de uma vantagem competitiva pode garantir a empresa privilegiada um domínio duradouro do mercado (BECKER, 2009).

³ DEMSETZ, H. **Economic, Legal and Political Dimensions of Competition**. Amsterdam: North-Holand. 1982

As empresas enquanto atores decisórios estabelecem uma estratégia de inovação vinculada à previsão e à adequação para constituir suas vantagens competitivas. A previsão consiste nas estimativas da organização sobre onde ela pretende chegar no futuro, enquanto a adequação diz respeito às competências essenciais e distintivas que serão utilizadas como meio de se alcançar as oportunidades desejadas. Para alcançar essa estratégia as empresas devem usar suas capacidades para criar novos produtos, serviços e processos de modo a se diferenciarem da concorrência e explorarem novas oportunidades no mercado (TAVARES, 2000; POSSAS, 1999).

Esse processo de produção de inovação é impulsionado pelas forças que a competição exerce sobre as firmas. Nesse desencadeamento as empresas buscam desenvolver diferenciais que as privilegiem diante de suas concorrentes. Com isso, não apenas o âmbito interno da firma inovadora é transformado, mas também o seu setor, seja pela adaptação e resposta das demais corporações ou pela eliminação das empresas que não obtiveram condições de integrar a nova tecnologia e permanecer no segmento. Tais dinâmicas alteram continuamente as estruturas de mercado em questão, podendo levar à concentração em torno dos atores mais capacitados ao desenvolvimento e assimilação da inovação, acirrando a competição no setor e promovendo maior intensidade ao seu ritmo de crescimento. De modo sistêmico, essas mudanças produzidas no âmbito de uma indústria são dispersas aos demais setores correlatos e assim progressivamente até alcançar a economia global promovendo o desenvolvimento tecnológico em nível mundial (BECKER, 2009; DOSI, 1984).

Os efeitos de mercado decorrentes de uma inovação variam de acordo com o grau de novidade trazido pelo invento desenvolvido e sua compatibilidade com as necessidades dos consumidores. Tendo em vista essa perspectiva, podemos classificar a inovação como incremental ou radical. A inovação incremental é aquela que desenvolve melhorias em um bem ou serviço aumentando sua eficiência técnica, produtividade e possibilitando uma ampliação das aplicações de um produto já existente. Essa inovação pode abranger características de design, uso de materiais de produção e até ergonomia, sendo muitas vezes pouco percebida pelo consumidor

(PASSOS, 2003). As inovações radicais são definidas por Utterback (1996) como aquelas que geram mudanças descontínuas, destruindo as perspectivas tecnológicas de várias firmas, constituindo uma nova infraestrutura de mercado e gerando uma demanda nova e ainda desconhecida.

A inovação pode favorecer uma empresa com base em três conceitos apresentados por Dosi (1984 e 1988), a apropriabilidade, a cumulatividade e a oportunidade. A apropriabilidade se refere a apropriação de ganhos extraordinários decorrentes da introdução de avanços promovida por uma empresa, levando a construção de monopólios temporários, algumas vezes derivados de propriedade industrial e intelectual. A cumulatividade, por sua vez, diz respeito às assimetrias contínuas geradas pela firma que desenvolveu uma inovação e, em decorrência disso, abriu espaço para aprimoramentos posteriores, obtendo melhores condições de prosseguir inovando. Por fim, a oportunidade representa o conjunto de novas opções que uma inovação pode proporcionar, como o desenvolvimento de novos produtos e processos de produção. Quanto maior o grau de oportunidade gerada pela tecnologia maiores serão as chances da empresa de dar continuidade ao processo, construindo vantagens competitivas frente aos demais atores do mercado.

O desenvolvimento e implementação da inovação numa organização pode ser compreendido enquanto um aprendizado tecnológico, sob o qual a empresa acumula novas habilidades e conhecimentos tendo por resultado o aperfeiçoamento contínuo da tecnologia. Esse desencadeamento capacita a empresa com base em seus próprios recursos e gera consequentes ganhos em desempenho, produtividade e competitividade. A aprendizagem não é feita de um, mas sim de diversos processos, os quais procedem de diferentes formas abordadas em literatura, como o aprender fazendo, aprender pelo uso, aprender pela pesquisa, pela adaptação e outros. Estes modelos de aprendizado estão normalmente associados a inovações técnicas incrementais e radicais, contribuindo substancialmente para a efetivação do processo inovador e do aprimoramento do mercado, refletindo sobre as ações das demais empresas presentes no setor (QUEIROZ, 2006).

Mansfield (1961) apresenta a tese de que a proporção de firmas que adotam uma inovação apresenta um referencial da experiência obtida por elas e das informações que elas tem a disposição. Conforme o aprendizado sobre a inovação se desenvolve os riscos inerentes a ela são consideravelmente reduzidos, tornando mais viável a sua implementação. A medida que outras empresas passam a adotar a mesma tecnologia se estabelece uma pressão competitiva sobre as concorrentes, induzindo-as a realizar inovações para não perderem mercado (FURTADO, 2006). Em paralelo podemos analisar este processo no setor automobilístico, onde o uso deecoinovação com base no desenvolvimento de carros elétricos e híbridos tem sido adotado por um número cada vez maior de organizações de modo a exercer pressão sobre demais atores do setor a admitirem este modelo tecnológico.

A difusão de uma inovação pelas empresas do setor pode assumir duas formas diferentes dependendo dos paradigmas e trajetórias tecnológicas relativos a inovação desenvolvida. As formas de difusão aqui mencionadas são as estabelecidas por meio do aprendizado e da seleção. Na transmissão através do aprendizado a maioria das empresas consegue incorporar a nova tecnologia através dos recursos de imitação, adquirindo nesse processo os requisitos competitivos para permanecer no mercado. Na difusão por seleção apenas a empresa inovadora e aquelas que detém maior capacidade de imitação conseguem incorporar a nova tecnologia e responder às novas demandas do mercado, deste modo as demais firmas tem sua competitividade reduzida e são eliminadas, permanecendo no setor apenas as empresas mais dinâmicas do ponto de vista tecnológico. Com isso o mercado se torna mais concentrado e a nova tecnologia adquire o status de dominante (DOSI, 1984).

As tecnologias disruptivas são mais propensas a modelos de seleção enquanto as incrementais favorecem modelos de aprendizagem. Isso geralmente ocorre devido aos maiores esforços técnicos requeridos para admitir uma inovação disruptiva quando comparada com inovações incrementais, de modo a limitar o número de firmas com capacidade de efetuarem sua assimilação. Uma tecnologia de perfil disruptivo pode conter alta intensidade de conhecimento produzido, enquanto as tecnologias incrementais geralmente se limitam a melhorias. Entretanto essa generalização é uma grande simplificação e se exclui fatores relevantes como o perfil

da instituições que regulam a concorrência (PELAEZ, 2006; KEMP; SCHOT; HOOGMA, 1998)

A inovação disruptiva tem perfil descontínuo e cria novos modelos de enquadramento tecnológico a serem implementados. Esse tipo de inovação é carregado por atributos e qualidades substancialmente destoantes daqueles estão sendo explorados em mercado de forma majoritária. Desta forma, ao invés de se pautar em mercados consolidados as tecnologias disruptivas necessitam de alterações estruturais para que possam ser incorporadas ao mercado, lidando com riscos muito maiores, além de conhecimento limitado sobre os seus reflexos (ZAPATA; NIEUWENHUIS, 2010). Assim ocorre com a implementação de automóveis elétricos e outros modelos deecoinovação automobilística. As tecnologias desenvolvidas necessitam de alterações na atual estrutura de abastecimento e manutenção de automóveis para que então possam ser disponibilizadas ao consumo.

Uma forma eficaz de lidar com os riscos é prevendo-os. Para isso a gestão da inovação utiliza o recurso da prospectiva tecnológica projetando os possíveis impactos de uma tecnologia sobre aspectos sociais, ambientais e econômicos. Esse instrumento incorpora técnicas complexas para a avaliação de tendências do progresso técnico, analisando amplo agrupamento de dados isoladamente e em conjunto. A prospectiva tecnológica incorpora uma visão normativa sobre diferentes cenários futuros possíveis, gerindo ações e omissões que possam implicar sobre eles por meio de uma abordagem sistêmica onde estão incorporados diferentes aglomerados de atores e fatores, bem como as relações compostas entre eles (PALAEZ, 2006). A partir desse esquema uma empresa automobilística que visa incorporar a ecoinovação pode visualizar reflexos de seu comportamento, possibilitando definir quais ações deverá adotar para tornar viável o modelo futuro que pretende seguir.

Grandes empresas fabricantes de veículos já tem guiado suas perspectivas com foco no desenvolvimento de modelos de propulsão mais sustentáveis, compreendendo nesses condutas estratégicas que possam lhes garantir vantagens competitivas. Entre estas podemos citar a Toyota, que atua no segmento de híbridos elétricos por meio do Prius e no de células de hidrogênio, por meio do Toyota Mirai,

anunciado em 2014 (ZAPATA; NIEUWENHUIS, 2010). Uma vez que a ecoinovação vem sendo implementada e se consolida como uma realidade no setor automobilístico a pressão sobre as concorrentes se fortalece, gerando a necessidade de adaptação por meio da imitação para possibilitar a permanência no mercado (DOSI, 1984).

O desempenho das organizações não deve ser desincorporado do desenvolvimento econômico, pois estes são fatores congruentes. A competência das firmas em elaborar uma inovação e gerenciar seu processo de implementação está interligada a disponibilidade de novas tecnologias incorporadas ao mercado bem como o contínuo melhoramento da produtividade, da eficiência de recursos e do atendimento das demandas do consumidor. O desenvolvimento econômico é reflexo das decisões que as empresas tomam em seu mercado e as estratégias que elas adotam, quando uma indústria tem maior capacidade de planejamento e está apta a conduzir bons modelos de prospectivas a implementação de novas estruturas tecnológicas se estabelece de forma mais concreta e os resultados tendem a ser mais positivos.

O Estado, assim como as instituições de crédito, fomento e de pesquisa também são atores fundamentais para a condução do desenvolvimento à medida que são capazes de proporcionar cenários favoráveis a esses processos. Empresas que detêm melhor desempenho inovador conferem maior nível de competitividade ao país em que estão instaladas. Cientes disso, os governos nacionais visam estruturar modelos de políticas públicas que incentivem e promovam as inovações no setor privado a fim de acentuar o seu crescimento econômico. Nesse sentido a composição de prospecções tecnológicas também são de grande importância ao Estado, possibilitando uma melhor gestão do planejamento estratégico e também uma aproximação da demanda dos setores que compõem sua indústria nacional.

3.2. Setor Automobilístico em termos de Sustentabilidade

À medida que os movimentos ecológicos foram se amplificando, deixando comprovada a responsabilidade da atividade antrópica sobre a poluição e o aquecimento global, as preocupações decorrentes dos danos ao meio ambiente

passaram a ganhar espaço na pauta das políticas internacionais. Deste modo, se configuraram iniciativas de manutenção do sistema natural por meio de um mecanismo de homeostase, levando a criação de diferentes tratados e convenções que buscavam a agregação de estados-nações na composição de um sistema único de atuação (KRÜGER, 2000).

Entre estas iniciativas estava a Convenção do Clima da ONU (UNFCCC – *United Nations Framework Convention Climate Change*) que foi adotada na sede das Nações Unidas em Nova York e teve sua abertura para assinaturas em 1992 na Cúpula da Terra na cidade do Rio de Janeiro. Dentro de dois anos a convenção já contava com mais de 189 países signatários, que por meio desta carta declararam conhecimento das mudanças climáticas e se comprometeram a elaborar estratégias globais para a redução da emissão de gases do efeito estufa (ROCHA, 2003; UNFCC, 2004).

Das medidas estipuladas nessa convenção se originou o Protocolo de Kyoto, aberto para assinaturas em 1998, que se estabelecia enquanto instrumento de pressão para a viabilidade dos comprometimentos assumidos na Convenção do Clima. O documento determinava a cada um de seus mais de 45 signatários o compromisso em reduzir emissões de gases do efeito estufa (GEE), devendo apresentar inventários anuais com a demonstração destes números (GODOY; PAMPLONA, 2007).

As responsabilidades de cortes sobre a emissão de gases do efeito estufa não são determinadas de forma equivalente a todos os países signatários. O Protocolo de Kyoto reconhece abismos sobre o padrão e perfil de consumo de recursos entre países centrais e periféricos, o que reflete diretamente nos seus impactos sobre o meio ambiente. Estudos demonstram que 80% de toda a energia do mundo é consumida pelos países desenvolvidos, que juntos representam apenas 25% da população global. Além disso, estima-se que em 1997 as nações industrializadas tiveram uma participação de 97% sobre o total mundial de emissões de gases do efeito estufa devido ao uso de combustíveis fósseis para a geração de energia para os processos industriais de produção. Os Estados Unidos, por exemplo, concentram 21% de todas as emissões de GEE's, enquanto um conjunto de 136 países em desenvolvimento é responsável por 24% das emissões totais. O perfil e a origem das

emissões também difere entre países centrais e periféricos, nas nações mais ricas os impactos são gerados principalmente pelos transportes e pelas indústrias de transformação e de produção de energia, enquanto os países mais pobres concentram as emissões causadas por desmatamento e queimadas (BAHIA, 2005).

O Protocolo de Kyoto descreve em seu texto quais são os setores econômicos observados como responsáveis pela promoção das mudanças climáticas devido ao alto volume de emissão de gases do efeito estufa na atmosfera. Entre os principais segmentos citados estão o de energia, o da indústria e o de transporte. Essa constatação evidencia o contexto tecnológico vigente nas empresas de automóveis como altamente insustentável do ponto de vista ecológico, uma vez que representa um dos principais impulsionadores do aquecimento do planeta, podendo trazer efeitos devastadores ao equilíbrio dos ecossistemas e danos ainda imprevisíveis a sociedade. Isso se deve ao modelo de propulsão utilizado pelo setor, que se baseia na combustão interna de combustíveis não-renováveis, tendo como reflexo a eliminação de monóxido de carbono, hidrocarbonetos, dióxido de enxofre e diversos outros gases poluentes. (GODOY; PAMPLONA, 2007; CHRISTENSEN, 2011).

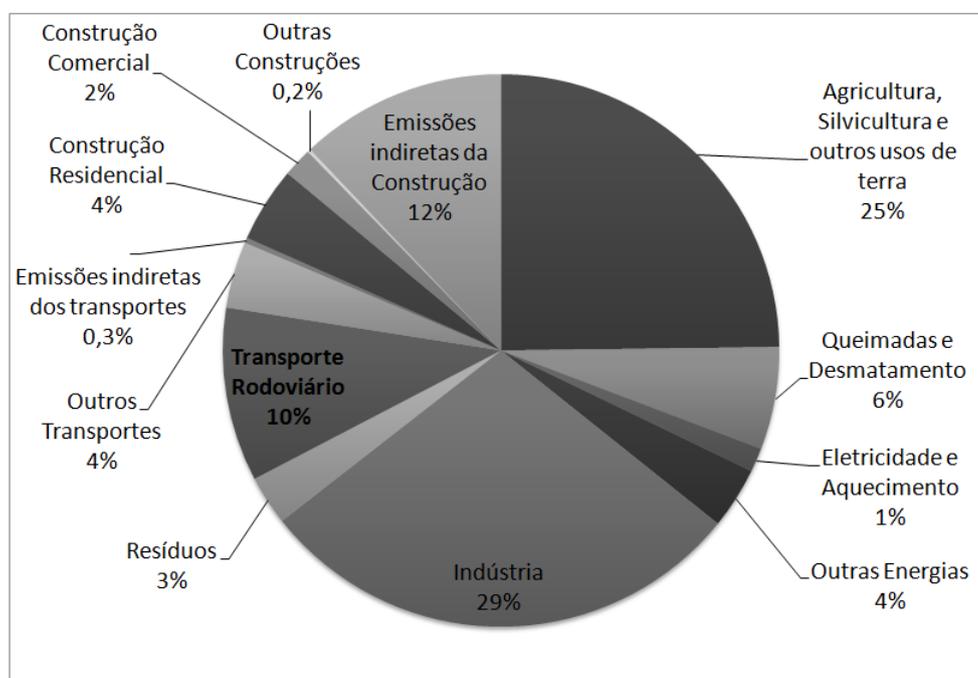


Figura 1. Participação dos Setores nas Emissões Globais de Gases do Efeito Estufa

Fonte: IPCC, 2014

Como apresentado na Figura 1, as emissões provenientes dos transportes rodoviários correspondem a 10% de todas as emissões mundiais de GEE's. Nos países desenvolvidos a participação dos automóveis no cenário da poluição atmosférica é ainda mais significativa, tendo em vista que esses possuem uma frota maior de veículos decorrentes do maior nível de renda de suas populações. De acordo com os dados apresentados pela Comunidade Europeia os transportes correspondem a uma parcela de um quarto das emissões de dióxido de carbono da UE, causando reflexos também sobre a redução da qualidade do ar, principalmente em áreas urbanas, onde há maior fluxo de veículos (COMISSÃO EUROPEIA, 2010).

Nesse sentido se revela um segundo agravante da poluição gerada pelos automóveis, que são os impactos dessas substâncias tóxicas sobre a saúde da população. A combustão de combustíveis derivados do petróleo emite diversas partículas para a atmosfera, entre elas o dióxido de enxofre que é altamente prejudicial. O diesel tem efeitos ainda mais danosos durante a combustão, tendo em vista que ele possui cadeias carbônicas maiores e concentra maior percentual de enxofre. Essas partículas são extremamente leves, podendo continuar suspensas no ar durante várias horas depois de terem sido expelidas. O Regulamento nº 459 de 2011 da União Europeia expõe os riscos dessas partículas sobre a saúde humana, alertando que elas podem se instalar nos alvéolos dos pulmões, causando alergias, doenças respiratórias e cardíacas, além de representarem considerável potencial cancerígeno. Tais efeitos podem desencadear maiores gastos em saúde e ocasionar índices crescentes de mortalidade. A OMS aponta que a poluição proveniente dos transportes está relacionada à morte de 500 mil pessoas a cada ano em todo o mundo. Com base nisso diversos Estados desenvolvidos impõem restrições pesadas sobre as fabricantes de automóveis a fim de assegurar o bem-estar da sua população (PATRÍCIO, 2011).

No Brasil as emissões provenientes dos automóveis não tem uma participação tão significativa sobre o total, como acontece na Europa, e o volume de gases poluentes emitidos é menor. Isso se deve ao grau de desenvolvimento econômico do país, que ainda não é comparável ao nível de industrialização e consumo das nações ocidentais. Nos países da OCDE (Organização de Cooperação do Desenvolvimento Econômico), que tem alto grau de desenvolvimento, o percentual de

contribuição dos veículos sobre a emissão de GEE's é mais elevado se comparado ao da América Latina. No quadro abaixo podemos estabelecer uma melhor comparação entre esses níveis (MONTEIRO, 1998).

Tabela 3. Contribuições de Veículos Automotores para as Emissões Antropogênicas

Poluente	Participação nas emissões Globais (%)	Distribuição		
		OCDE, Europa e Ásia	América Latina	Ásia Central
Dióxido de Carbono	14	69	9	22
Clorofluorcarbonos	28	90	<10	<10
Monóxido de Carbono	10-54	73	11	16
Óxidos de Nitrogênio	29-32	75	11	14
Hidrocarbonetos	47-49	73	12	15
Chumbo	60	50	18	32

Fonte: VASCONCELLOS, 1996.

Entretanto, o padrão de urbanização europeu e anglo-saxônico é diferente do observável na América Latina e na Ásia, onde o crescimento desordenado das cidades e as taxas altas de aumento demográfico, além de fatores sociais e econômicos, favorecem a concentração da população em grandes megalópoles, nas quais há também concentração de indústrias e automóveis. Em decorrência disso é possível identificar diversas cidades na América Latina e na Ásia onde os níveis de poluição atmosférica ultrapassam os padrões aconselhados pela OMS (Organização Mundial da Saúde), sendo superiores à média observada nos países desenvolvidos. Nesse sentido, não é possível excluir as regiões subdesenvolvidas das preocupações acerca dos malefícios dos gases poluentes, uma vez que mesmo havendo níveis médios de poluição menores dos que os observados nos países centrais, existem também centros onde a concentração de poluentes é altíssima (MONTEIRO, 1998). O quadro abaixo apresenta a relação dos países onde há cidades que se enquadram no cenário discutido.

Tabela 4. Grandes Cidades que Excederam os Limites de Poluição Aceitáveis pela OMS (1980/1984)

País	Cidade	Limite Excedido
Brasil	Rio de Janeiro	MP, SO ₂
	São Paulo	CO, SO ₂
Chile	Santiago	MP
China	Shanghai	MP
Índia	Calcutá	MP
	Nova Déli	MP
Indonésia	Jakarta	MP
México	Cidade do México	MP, SO ₂ , NO _x
Tailândia	Bangcoc	MP, Pb

Fonte: VASCONCELLOS, 1996.

Como observado na Tabela 4, exposta acima, o Brasil conta com duas regiões metropolitanas com concentração de poluentes acima do sugerido pela OMS, entretanto esse quadro ainda tende a piorar. Se tratando de um país em desenvolvimento o mercado de automóveis no Brasil ainda apresenta grande potencial de crescimento (MONTEIRO, 1998). Para que isso não represente um aumento abrupto sobre a emissão de GEE's no futuro é necessário que o país adote com rapidez estratégias vinculadas àecoinovação, possibilitando a oferta de carros menos danosos ao meio ambiente e à qualidade do ar.

4. DEMANDAS TECNOLÓGICAS PARA A ECOINOVAÇÃO AUTOMOBILÍSTICA

A desenvolvimento de ecoinovação na indústria automobilística conta com uma série de dificuldades de implementação decorrentes do perfil descontínuo dessa nova tecnologia e do cenário onde ela será aplicada. Além dos desafios inerentes da inovação radical há peculiaridades no setor automobilístico que geram empecilhos a configuração de novos modelos, como a dependência dos ganhos de escala e alto volume de *sunk costs* (KEMP; SCHOT; HOOGMA, 1998).

A efetivação de uma estratégia inovadora depende, portanto, da formulação de um ambiente propício que lhe conceda bases para o funcionamento. Nesse sentido há um conjunto de fatores determinantes que devem ser desenvolvidos a fim de possibilitar a implementação da ecoinovação, uma vez que a esta não consiste em um único invento, mas sim um sistema de conhecimento que funciona em conjunto, ligando diferentes aspectos. São essenciais nesse sistema os fatores tecnológicos, que correspondem a todas as demais tecnologias complementares, que precisam ser elaboradas e aprimoradas para servir de base a inovação e ao novo enquadramento tecnológico que será viabilizado (ELZEN; HOOGMA; SCHOT, 1996 apud KEMP; SCHOT; HOGMA, 1998).

A adoção de carros elétricos e híbridos demanda por tecnologias que não fazem parte do atual enquadramento tecnológico do setor automobilístico, de modo que se faz necessário o desenvolvimento e o aprimoramento de recursos técnicos que não estão disponíveis nesse cenário. Entre esses fatores tecnológicos podemos citar componentes como acumuladores e geradores de energia, sistemas de controle de potência e tração, motores de tração e sistemas auxiliares. Vale ressaltar, que como essas tecnologias ainda não haviam sido implementadas em mercado sob o contexto em que vem sendo adotadas nas últimas décadas ainda há problemas relativos aos custos e a eficácia desses itens, que ainda precisam passar por diferentes etapas de aprimoramento (ELZEN; HOOGMA; SCHOT, 1996 apud KEMP; SCHOT; HOGMA, 1998).

Além dos fatores tecnológicos há também aqueles relativos à infraestrutura e à manutenção desse novo enquadramento tecnológico. Os recursos

vigentes, baseados no modelo da combustão interna não são capazes de suprir as necessidades dos automóveis movidos à propulsão elétrica e híbrida. Com base nisso, é indispensável que se desenvolva uma rede de infraestrutura capacitada para oferecer recarga elétrica, além de componentes, equipamentos e serviços de manutenção específicos para esse novo modelo de automóvel (KEMP; SCHOT; HOOGMA, 1998).

Sob o pretexto de apresentar as demandas tecnológicas fundamentais para o desenvolvimento de automóveis elétricos e híbrido-elétricos, serão expostos e contextualizados os principais componentes técnicos necessários para esse modelo deecoinovação através dos diversos subsistemas apresentados a seguir.

4.1. Acumuladores de Energia

Este subsistema de componentes tecnológicos tem fundamental importância para veículos com propulsão elétrica, sendo muitas vezes considerado o maior desafio no desenvolvimento veículos elétricos eficientes e comercialmente viáveis. Nesse grupo estão contidos as baterias, sistemas acessórios à bateria, acumuladores mecânicos e supercapacitores.

As baterias são compostas por reagentes químicos capazes de acumular energia, além de converter energia química em elétrica, ou elétrica em química. Durante a descarga, esses dispositivos transformam a energia química contida no seu material ativo em energia elétrica, por meio óxido-redução. Na carga ocorre o inverso, sendo a energia elétrica revertida novamente em energia química. Com base nesse processo é possível abastecer as necessidades elétricas dos veículos (DIAS; KARASINSKI; ROCHA, 2003).

No caso dos carros elétricos e híbridos são utilizadas baterias mais avançadas tecnologicamente, como é o caso das baterias NiMH e das íon-lítio. A opção NiMH é a mais utilizada pelo segmento automotivo sustentável, sendo inclusive aproveitada em grande escala. Já a bateria íon-lítio é consideravelmente mais cara que a NiMH, entretanto ela suporta ser descarregada por completo, o que garante melhor aproveitamento (CASTRO; FERREIRA, 2010).

Outro importante acumulador de energia é o supercapacitor, que detém alta capacidade de carga e descarga de energia, oferecendo uma potencia disponível entre 800 e 1400 W/kg, porém com baixa eficácia em armazenamento. Os supercapacitores tem tolerância praticamente ilimitada a recargas, podendo ser recarregados até centenas de milhares de vezes (BARAN, 2012).

4.2. Geradores de Energia

O grupo de componentes geradores de energia tem a capacidade de adquirir energia por vias alternativas para agregar maior capacidade de manutenção das fontes de abastecimento elétrico do automóvel. Entre estes componentes estão as células a combustível, definidas sucintamente a seguir:

Células a combustível são, em princípio, baterias de funcionamento contínuo, que produzem corrente contínua pela combustão eletroquímica a frio de um combustível gasoso, geralmente hidrogênio. Assim, hidrogênio é oxidado a prótons num eletrodo de difusão gasosa, liberando elétrons (WENDT; GÖTZ; LINARDI, 1999).

Os Painéis Fotovoltaicos são também um componente gerador de energia que consiste em estruturas modulares compostos por diversas células voltaicas interligadas por condutores. Essas células tem a capacidade de transformar a energia solar diretamente em energia elétrica, transmitindo a corrente ao sistema onde ela foi aplicada (BARROS, 2013).

4.3. Motor de Propulsão

Esse subsistema é fundamental a qualquer veículo, entretanto, nos automóveis elétricos e híbridos o motor a ser aprimorado não é o de combustão interna, mas sim o elétrico. Os motores de propulsão elétricos são mais caros e mecanicamente mais complexos que os convencionais, entretanto eles são de 30% a 40% mais eficientes, podendo gerar economia a longo prazo (MACLEAN; LAVE, 2003;).

No caso dos híbridos o veículo possui tanto o motor elétrico quanto o motor de combustão interna, podendo contar com três dinâmicas diferentes de funcionamento. A primeira delas é chamada de híbrido em série, na qual um motor de

combustão interna aciona o funcionamento de um gerador que produz energia para o motor elétrico. No sistema híbrido em paralelo o motor de combustão move o veículo, sendo auxiliado pelo motor elétrico em situações que exigem maior potência. Já no terceiro tipo, chamado sistema misto, há dois motores elétricos sendo que um deles atua em série e o outro em paralelo com o motor de combustão interna (BARAN, 2012).

4.4. Controle de Potência e de Tração

O grupo de tecnologias dos sistemas de controle de potência e tração agrega uma ampla série de componentes de dinâmicas intimamente ligadas ao motor do carro. Entre estes temos o sistema de frenagem regenerativa. Descrito abaixo pela ABVE (2010):

A frenagem regenerativa permite a um veículo recapturar e armazenar parte da energia cinética que seria convertida em calor (nas lonas ou discos nas rodas) durante a frenagem por atrito no veículo convencional. Na frenagem regenerativa, quando o motorista pisa no freio para reduzir a velocidade do veículo elétrico, o motor elétrico de tração é chaveado para atuar como gerador de eletricidade acionado pela roda ou eixo da roda. A energia elétrica gerada com a frenagem do veículo é armazenada na bateria. Para possibilitar uma frenagem rápida e abrupta, os veículos elétricos são providos também dos freios tradicionais.

A tecnologia de Hardware/Software de Controle se relaciona de forma direta ao sistema de frenagem regenerativa, uma vez que controla e gerencia o funcionamento do motor elétrico alternando entre a propulsão, com captação de energia da bateria, e a de gerador, realizando a captação de corrente gerada do sistema de frenagem regenerativa e transferindo essa energia para a armazenagem nos acumuladores (ARRUDA, 2012).

Entre o sistema de frenagem regenerativa e o de hardware/software de controle está a tecnologia de aproveitamento de calor para a geração de energia elétrica, que capta o calor dissipado pelo atrito da frenagem reostática e o converte em corrente a ser captada e transmitida à bateria para armazenagem e otimização da eficiência energética do sistema (ROCHA et al, 2013).

Outra tecnologia do grupo de sistema de controle de potência e tração que pode ser utilizada em automóveis elétricos é a de moduladores de largura de pulsos, também chamado de inversores de tensão com modulação por largura de pulso, que serve de apoio para o aprimoramento da eficiência do sistema elétrico:

Inversores de tensão com Modulação por Largura de Pulso (PWM, do inglês Pulse Width Modulation) são comumente utilizados em aplicações onde é necessário um elevado desempenho, tais como em Fontes Ininterruptas de Energia (UPS, do inglês Uninterruptible Power Supply), fontes de potência programáveis e filtros ativos de potência. Do ponto de vista de controle, a capacidade de rastreamento de referência e de rejeição de distúrbios, que são inerentes nestas aplicações, são requisitos imprescindíveis (MICHELS; STEFANELLO; GRÜNDLING, 2012).

4.5. Sistemas Auxiliares

As tecnologias referentes aos sistemas auxiliares são aquelas que desempenham funções secundárias, não vinculadas ao funcionamento do automóvel e sim aos recursos que agregam valor a ele. Essas tecnologias são pouco impactadas pelo modelo de propulsão do veículo, assemelhando-se às encontradas nos veículos convencionais, com mínimas adaptações.

Entre as tecnologias desse subsistema está a de materiais e componentes para inversores e conversores auxiliares. Inversores são responsáveis por converter a corrente direta por corrente alternada permitindo o uso da eletricidade de propulsão para equipamentos como GPS, rádio e painel, enquanto os conversores são usados controlar a tensão exata da bateria (AtomRA, s.d.).

Outra tecnologia de apoio para a mesma função é a eletrônica de potência, descrita da seguinte forma por Lenz (2013):

Eletrônica de Potência é uma tecnologia utilizada no processamento da energia elétrica visando obter maior eficiência (menores perdas nos processos de conversão de energia) e qualidade (energia limpa em termos de impacto ambiental). Os métodos empregados em Eletrônica de Potência baseiam-se na utilização de dispositivos semicondutores operados em regime de chaveamento para realizar o controle do fluxo de energia e a conversão de formas de onda de tensões e correntes entre fontes e cargas.

As demais tecnologias dos sistemas auxiliares como as bombas hidráulicas, bombas de vácuo, ar condicionado, sistema de controle de temperatura e sistema de arrefecimento funcionam igualmente nos automóveis de combustão interna e nos elétricos e híbridos.

4.6. Infraestrutura

Esse subsistema é um dos mais desafiadores quando discutimos a implementação de carros elétricos e híbridos, uma vez que as cadeias de abastecimento devem ser totalmente reconfiguradas para permitir o atendimento das necessidades desses novos modelos, que tem perfil tecnológico disruptivo. Esse subsistema compreende os fatores de infraestrutura e de manutenção citados por Kemp, Schot e Hoogma (1998), abrangendo as tecnologias que não estão contidas no automóvel, mas sim no seu ambiente, oferecendo possibilidade de recarga elétrica além de equipamentos e serviços específicos para as singularidades de carros elétricos e híbridos.

Os automóveis elétricos e híbridos necessitam de sistemas de abastecimento diferentes dos disponibilizados para automóveis de combustão interna, pois eles são dependentes de energia elétrica para funcionar, de modo que é necessário desenvolver uma rede de estações de recarga para fornecer abastecimento a esse automóveis e viabilizar a sua implementação. Este é, talvez, o desafio mais relevante para a introdução desse modelo deecoinovação na indústria automobilística. A estação de recarga funciona como um “posto de gasolina” para os automóveis híbridos e elétricos, permitindo que estes recarreguem suas baterias a partir da rede elétrica (ABVE, 2011).

Paralelo a este sistema está a tecnologia de Smart Grid, que funciona como uma rede inteligente de fornecimento de energia de alta disponibilidade, baixo custo e qualidade. A viabilização desse sistema seria o primeiro passo para tornar o modelo elétrico estruturalmente dominante e atrativo ao consumidor. Baran (2012) apresenta no trecho a seguir os possíveis benefícios que a implementação desse modelo traria ao Brasil:

A eletricidade no Brasil é gerada localmente e distribuída por um sistema interligado altamente confiável, e com um custo relativamente baixo, se comparada aos demais combustíveis líquidos. Além disso, o uso do veículo elétrico plug-in, aliado aos smart grids, permite que os automóveis elétricos funcionem como buffers da rede de distribuição, carregando suas baterias nas horas de baixa demanda e descarregando-as nos horários de pico.

Os Smart Grids proporcionam informações em tempo real, controlando o consumo de cada indivíduo de forma isolada, permitindo inclusive que este instale esse sistema em sua própria casa, proporcionando alta conveniência ao consumidor e reduzindo os custos de instalação da infraestrutura de abastecimento elétrico, sendo portanto uma solução ideal.

5. POLÍTICAS ENERGÉTICAS GOVERNAMENTAIS DE IMPACTO SOBRE O SETOR AUTOMOBILÍSTICO

Mesmo com o progressivo avanço do livre mercado e da globalização econômica ainda existem aspectos do desempenho empresarial que são profundamente nacionais. Michael E. Porter (1999) aponta que com a crescente competição global as nações se tornaram ainda mais importantes, na contramão do que sugeririam os teóricos neoliberais. Essa importância se deve ao que é descrito como a “vantagem competitiva das nações”, uma conjuntura de especificidades de âmbito nacional que garantem às empresas instaladas um melhor, ou pior, nível de competitividade.

Porter (1999) afirma que o Estado deve agir como catalisador e encorajador das empresas, buscando elevar suas aspirações para alcançar níveis mais altos de desempenho frente às concorrentes estrangeiras. Para o autor, o governo tem capacidade para promover a ampliação das forças internas, mas sua atuação é parcial e incapaz de criar setores competitivos, o que é responsabilidade unicamente das empresas. Para compor políticas governamentais bem-sucedidas os governos devem atuar convergindo com as condições subjacentes favoráveis do ambiente nacional. Esse processo deve ser comandado de forma indireta, dando liberdade às indústrias domésticas, entretanto, a atuação direta do Estado na economia é uma alternativa em países que ainda estão situados no início do processo de desenvolvimento (PORTER, 1999).

O Estado pode promover a competitividade de sua indústria nacional por meio de políticas de caráter ambiental, fomentando a geração de inovações sustentáveis e tecnologias ecoeficientes nas empresas domésticas. Os instrumentos de políticas públicas ambientais a serem usados podem ser classificados em três grandes grupos apresentados no quadro a seguir (BARBIERI, 1997):

Tabela 5. Gêneros de Políticas indutoras da inovação ambientalmente saudável

Gênero	Espécie
Comando e Controle	Padrão de emissão Padrão de desempenho Proibições e restrições de produção, comercialização e uso de produtos Licenciamento ambiental
Econômico	Tributação sobre poluição Tributação sobre uso de recursos Incentivos fiscais Criação e sustentação de mercados Financiamento em condições especiais Licenças negociáveis
Diversos	Educação ambiental Reservas ecológicas e áreas de proteção ambiental Informações ao público Mecanismos administrativos e jurídicos de defesa do meio ambiente

Fonte: BARBIERI, 1997

Dentre as três dimensões de instrumentos de políticas públicas citadas é possível avaliar que as regulações econômicas e as de comando e controle são aquelas que mais repercutem sobre as corporações, produzindo normas que refletem diretamente sobre as atividades e o perfil tecnológico das empresas. Essas duas primeiras dimensões são seguramente mais relevantes para a compreensão das políticas de promoção daecoinovação nas indústrias nacionais e serão, portanto, melhor focadas nesse estudo. Por outro lado, os instrumentos de gênero diverso também são importantes, o seu direcionamento em questões de preservação e conscientização pode não atingir as corporações diretamente, mas fortalece as pressões do seu mercado consumidor por inovações mais sustentáveis (BARBIERI, 1997).

Os instrumentos de comando e controle estipulam normas e padrões sobre as ações das indústrias poluidoras, fiscalizando seu cumprimento. As políticas originadas desse modelo geralmente assumem um perfil restritivo, tendo por foco condicionar a empresa ou setor a reduzir seus impactos sobre o meio ambiente. Os regulamentos mais comuns adotados nesse instrumento são os que estabelecem padrões de emissão, determinando níveis aceitáveis de dano ou poluição, e padrões de

desempenho, apontando medidas de regulagem e modo de operação de equipamentos para reduzir a emissão de componentes específicos. Outros regulamentos dizem respeito às normas de proibição da fabricação e comercialização de um produto ou insumo danoso, ou ainda normas relativas ao licenciamento de atividades poluidoras (BARBIERI, 1997).

Os instrumentos econômicos têm por função guiar o comportamento das empresas e demais atores por meio da aplicação de benefícios ou custos adicionais decorrentes das ações que estas tomam em relação ao ambiente. As políticas derivadas desse modelo podem se basear na realização de transferências entre o setor público e o privado (com sentido do fluxo determinado com base na conduta da firma) ou então na criação e sustentação de um mercado artificial para uma nova tecnologia em experimentação. No primeiro grupo de políticas a alternativa mais comum é a taxação das empresas poluidoras ou que usam recursos escassos, que se justifica como a internalização dos custos ambientais decorrentes das atividades da firma. No caminho oposto estão os subsídios governamentais concedidos a setores e empresas que incorporam tecnologias sustentáveis. Esses benefícios podem ser diretos, como a recompensa monetária, ou indiretos, na forma de facilidades de crédito, redução de tributos e outras medidas (BARBIERI, 1997).

René Kemp e Luc Soete (1992) apontam que políticas ambientais mais rigorosas têm sido implementadas, entretanto essas, na maioria das vezes, são de caráter restritivo e se limitam ao princípio do poluidor-pagador⁴. Os autores propõem que deve haver uma mudança na política de instrumentos econômicos por meio da combinação de diferentes modelos, tais como encargos, sistemas de depósitos de fundos e licenças de poluição negociáveis concedendo as empresas maior disponibilidade de alternativas a serem seguidas e mais eficiência no condicionamento de suas condutas. Além disso, essas políticas devem estar mais orientadas à prevenção dos danos ambientais ao invés de apenas remediar alguns de seus piores efeitos. Essa melhora pode ser alcançada ampliando o alcance dos encargos sobre todas as

⁴ Princípio pelo qual os governos obrigam as empresas que tem processos produtivos poluidores a pagar taxas referentes aos danos ambientais causados.

atividades danosas e elaborando sistemas eficazes para favorecer o sucesso das tecnologias preventivas e desencorajar aquelas de maior impacto negativo.

No setor automobilístico as primeiras regulações acerca das emissões de poluentes derivados da combustão interna não se originaram de questões acerca de impactos danosos ao meio ambiente, mas sim da preocupação dos Estados desenvolvidos sobre as implicações de tais gases na saúde da população. Apenas a partir dos anos 90 é que se concretizaram políticas focadas em reduzir emissões de gases como forma de minimizar os impactos da ação antrópica sobre o clima e o planeta, visando estruturar regulações para promover modelos mais limpos de propulsão veicular (DIJK; YARIME, 2010). Entretanto, cabe ressaltar que esse processo não é imediato e que a formulação e as alterações das políticas governamentais podem ser trabalhosas quando postas em prática em função de conjuntos de atores que poderão se posicionar contra as mudanças, ou resistir às pressões conduzidas pelo Estado (KEMP; SCHOT; HOOGMA, 1998).

Atualmente as políticas nesse setor continuam progredindo e as medidas restritivas tem perdido cada vez mais espaço diante das regulamentações de promoção e viabilização de modelos tecnológicos orientados pelaecoinovação. Os Estados nacionais têm compreendido as inovações automotivas sustentáveis não só como alternativas à redução de emissões provenientes dos transportes, mas também como catalisadores da geração de competitividade global para o setor automobilístico instalado no país (KEMP; PEARSON, 2007 p.75). Entretanto, essas iniciativas ainda tem tido um desempenho tímido quando observamos seus impactos sobre a conduta do setor. A participação de automóveis elétricos e híbridos no volume total do que é produzido na indústria automobilística global é mínima e está concentrada quase que exclusivamente nos países centrais (KEMP; SCHOT; HOOGMA, 1998).

O erro mais comum acerca das políticas de fomento àecoinovação no setor automobilístico consiste na falta de uma perspectiva de modelo futuro bem definido a ser alcançado e promovido à indústria local, um erro decorrente da desvinculação dessas iniciativas a uma estratégia setorial concreta (KEMP; SCHOT; HOOGMA, 1998). Um estudo desenvolvido por Elzen, Hoogma e Schot (1996 apud

KEMP; SCHOT; HOGMA, 1998) confirma essa colocação, à medida que em nenhum dos países pesquisados foram encontradas políticas tecnológicas baseadas em uma visão clara de futuro para orientar desenvolvedores de tecnologia, planejadores e investidores no alcance de uma inovação ambientalmente sustentável. O relativo desconhecimento sobre as especificidades do setor e a elaboração de normas muito abrangentes podem compor um outro problema, promovendo modelos de desenvolvimento incompatíveis com o propósito das políticas e estruturalmente rivais, além de diversos reflexos indesejáveis que não foram previamente analisados (KEMP; SCHOT; HOGMA, 1998).

Podemos tomar como exemplo de reflexo indesejado das políticas governamentais de apoio àecoinovação automobilística as normas altamente rigorosas de segurança acerca do gás natural no Japão, que acabaram por promover uma elevação no preço das garrafas de bordo e do serviço de reabastecimento de gás a um nível cinco vezes maior ao praticado em outros países devido aos custos extras gerados aos produtores e distribuidores. Outro exemplo está na legislação californiana de “veículos de emissão zero” (ZEV), que tem estimulado fortemente o desenvolvimento de veículos elétricos, mas desencoraja o desenvolvimento de híbrido-elétricos. Esse reflexo é substancialmente negativo, se considerarmos que os automóveis híbridos podem ser alternativas mais limpas em um cenário onde a produção de eletricidade provém de fontes poluentes (KEMP; SCHOT; HOGMA, 1998).

5.1. Políticas governamentais nos países-referência

Desde os anos 80 os governos nacionais têm aderido às demandas do movimento sustentável, se conscientizando dos males dos poluentes e dos riscos ecológicos causados pelo aquecimento global. Essa tendência gerou diversas políticas e regulações governamentais, além de tratados internacionais a respeito do tema. Após a Convenção da Terra e o Protocolo de Kyoto em 1997 os debates sobre o tema se estruturaram sendo concebida a ideia de responsabilidade comum e ação unificada para a redução de emissões. Também nesse mesmo período os governos passaram a desenvolver políticas melhor elaboradas para que fosse possível alcançar as metas de

mitigação de danos e diminuição das emissões de gases do efeito estufa, sobretudo das indústrias, dos transportes e do setor energético (MOREIRA; GIOMETTI, 2008).

Nesse contexto muitos países se destacaram, compondo boas políticas públicas capazes de conduzir as empresas estabelecidas em seu território a adotar condutas congruentes com as metas nacionais de redução de gases do efeito estufa. Com a finalidade de buscar modelos a serem seguidos para as políticas brasileiras de fomento àecoinovação na indústria de automóveis serão analisadas as práticas de países que obtiveram bons resultados através das regulações implementadas sobre o segmento de transportes e que apresentam algumas características comuns ao perfil socioeconômico e político do Brasil, lhe servindo de país referência.

Os Estados Unidos consiste no maior mercado de carros elétricos do mundo. No decorrer de Novembro de 2014 83.647 carros elétricos foram vendidos no mercado americano. Ainda que isso represente 26% de crescimento de vendas sobre durante o mesmo período de 2013, ainda é uma pequena parcela sobre o total do mercado estadunidense e os impactos do preço da gasolina a 2,25 dólares por galão ainda é determinante. Por outro lado, 55% dos carros elétricos vendidos nos Estados Unidos são veículos híbrido-elétricos recarregáveis (PHEV's)⁵, denotando que os consumidores ainda não confiam no desempenho de um automóvel movido unicamente por eletricidade (Perkowski, 2014).

Há fatores que indicariam os Estados Unidos como um possível modelo para a elaboração de políticas setoriais. Além disso, há algumas semelhanças estruturais entre Estados Unidos e Brasil que facilitam comparações de análise e a importação de modelos benéficos. Entre essas semelhanças podemos citar a presença de uma indústria automotiva com grande importância para economia e para as exportações nacionais, a presença de uma estrutura de governo federativa e a prevalência majoritária do modelo rodoviário. Nesse sentido seria possível analisar as políticas governamentais americanas em busca de modelos de regulação a serem implementados no Brasil para promover aecoinovação no setor automobilístico de

⁵ Sigla em inglês para Plug-in Hybrid Electric Vehicles

forma eficaz, o que faz dos Estados Unidos um país-referência para guiar propostas de sistemas regulatórios de inovação sustentável no Brasil.

A Europa também representa um importante mercado consumidor e produtor de automóveis elétricos. Em 2014, foram vendidos 72.419 carros elétricos só até outubro. O Mitsubishi Outlander, um PHEV, lidera com uma quota de mercado de 23 por cento, e o Nissan Leaf e BMW i3 seguem com outros 28 por cento das vendas. No centro desse cenário está a França, que representa o maior mercado de automóveis elétricos e híbridos, posição garantida tanto pela disponibilidade de fornecedores que desenvolvem esses veículos quanto pelas políticas de apoio aos consumidores que optam pela compra de carros menos danosos ao meio ambiente e à atmosfera (EMBAIXADA DA FRANÇA NO BRASIL, 2014).

A Dinamarca pode ser apresentada como um exemplo para inspirar políticas governamentais bem estruturadas na promoção de modelos de transporte mais sustentáveis por meio de ações sistêmicas que incorporam não só a indústria de automóveis, como os setores correlatos. A Dinamarca fica atrás da Holanda e da Noruega em participação de automóveis elétricos na sua frota, no entanto o governo dinamarquês reformulou a estrutura energética do país, dando prioridade para fontes renováveis como a eólica, de modo garantir que a eletricidade que abastece os automóveis do país provem de fontes limpas, com o mínimo dado ao meio ambiente (THE DANISH ENERGY AGENCY, 2012). Deste modo, a França e a Dinamarca também se estabelecem enquanto países-referência para a formulação de políticas governamentais e sistemas regulatórios na composição de um modelo capaz de conduzir a indústria automobilística brasileira ao desenvolvimento e implementação daecoinovação.

Além disso, a China também tem conquistado uma maior relevância no contexto da ecoinovação na última década, o governo chinês tem atuado de forma consistente na formulação de políticas públicas a fim de conduzir práticas sustentáveis nas empresas montadoras de veículos que atuam no país buscando reduzir os altíssimos índices de poluição enfrentados nas grandes cidades chinesas. A China tem

utilizado o peso do seu Estado nação para por em prática grandes iniciativas e promover aecoinovação de forma bastante eficaz. Assim como o Brasil, a China também é um país periférico e emergente, no qual a indústria automobilística tem alta importância sobre a economia. Ademais, as duas nações são marcadas por uma economia mais fechada, com grande proteção sobre as empresas domésticas, sendo observada também uma considerável intervenção do Estado sobre a economia, embora com maior proeminência na China.

Tendo em vista essas e outras similaridades entre China e Brasil é significativa a possibilidade de intercambiar boas práticas de políticas governamentais a serem aplicadas pelo poder público brasileiro. No capítulo a seguir serão apresentadas mais detalhadamente as medidas governamentais tomadas pelos países aqui apresentados enquanto referência, possibilitando a análise mais aprofundada dos modelos regulatórios por eles explorados.

5.1.1. União Europeia

As regulações sobre as emissões do setor automobilístico na Europa se desenvolveram a partir de 1985, calçando metas a serem alcançadas até por volta de 1992. A partir dos anos 90 essas políticas passaram a ser dominadas pelas diretrizes da União Europeia, também de caráter restritivo de emissões. Em 1998 a UE assinou acordos com a associação de manufatura de automóveis da Europa (ACEA), Japão (JAMA) e Coreia do Sul (KAMA) estabelecendo metas de redução de 22% das emissões até 2009, em comparação com 1995 (DIJK; YARIME, 2010).

Além de medidas restritivas a UE também tem desenvolvido políticas de incentivo ao desenvolvimento de automóveis menos poluentes por meio de fundos de P&D para tecnologias automotivas limpas e sistemas regulatórios de apoio à inovação sustentável no setor, tanto no âmbito do bloco quanto de iniciativa dos países membros.

Uma das diretrizes da União Europeia diz respeito ao aumento da participação de energias renováveis na matriz energética dos países do bloco. Em 2009

os países-membros assinaram um tratado se comprometendo a ter pelo menos 20% da energia oriunda de fontes renováveis até 2020, sendo que no setor de transportes essa participação deveria ser de pelo menos 10% (EU, 2009). Isso faz com que o próprio uso de automóveis de propulsão elétrica na União Europeia se consolide como medida restritiva de emissão, mesmo que desatento ao perfil da matriz elétrica, pois assim as emissões do setor de transporte são transferidas para o setor de energia, de modo que essas passam a responder, aos tratados do bloco sobre fontes de energia elétrica limpa, que são mais rigorosos (CHRISTENSEN; WELLS; CIPCIGAN, 2012).

5.1.2. Dinamarca

A Dinamarca se estabelece como um cenário ideal para o desenvolvimento de uma rede sustentável de carros elétricos. O país firmou em 2012 um compromisso de ter uma participação de pelo menos 35% de fontes renováveis em sua matriz energética, sendo pelo menos 50% de sua energia elétrica proveniente de usinas eólicas. Além disso, o país concede atenção especial ao desenvolvimento de carros elétricos (THE DANISH ENERGY AGENCY, 2012).

O governo da Dinamarca tem demonstrado uma forte inclinação a apoiar o desenvolvimento de carros elétricos como alternativa para atingir a redução de emissões de gases do efeito estufa requerida pela União Europeia. Segundo dados da agência dinamarquesa de energia, 32,7% das emissões de CO₂ no país são provenientes dos transportes (THE DANISH ENERGY AGENCY, 2011); a fim de reduzir tais impactos a Dinamarca desenvolveu o NREAP⁶ (Plano de ação para energia nacional renovável) que estipula metas anuais ao setor com descrição de meios para atingi-las. Em 2010 apenas 1% da frota de veículos na Dinamarca eram movidos por fontes renováveis (THE DANISH ENERGY AGENCY, 2010), a meta é que até 2020 10% dos automóveis no país sejam movidos a biocombustíveis ou a propulsão elétrica (THE DANISH ENERGY AGENCY, 2010).

Uma das iniciativas tomadas pelo governo dinamarquês para promover o aumento da frota de veículos elétricos nacionais foi a aliança firmada com o Better

⁶ NREAP é a sigla em inglês para National Renewable Energy Action Plan.

Place para impulsionar a infraestrutura e o mercado de BEV's no país. A Better Place é uma empresa privada que oferece soluções em automóveis elétricos ao mesmo tempo em que gerencia a transição de paradigma tecnológico da propulsão de combustão interna para a elétrica; utiliza um modelo de negócio onde realiza a venda do automóvel, obtido através de uma parceria com a Renault e o fornecimento da infraestrutura de abastecimento. A partir disso o comprador pode optar por um veículo com recarga via plug-in ou então por um veículo que realiza o carregamento por troca da bateria, caso ele tenha de dirigir por longas distâncias ou dependa de um carregamento mais ágil. Em ambos os casos a Better Place oferece uma ampla rede de pontos de recarga a disposição do usuário (CHRISTENSEN; WELLS; CIPCIGAN, 2012).

Os ganhos financeiros da Better Place são provenientes da sua coordenação de recargas de bateria e gestão da infraestrutura. Além disso, a empresa obtém recursos a partir do *leasing* das baterias que é feito através de um contrato com o consumidor, no qual esse se submete a um limite de quilometragem anual. Tendo em vista que a bateria é, na maioria dos casos, o componente que mais contribui para o alto custo de compra do BEV, o *leasing* acaba proporcionando uma dissolução desses custos em parcelas de longo prazo, o que proporciona uma maior acessibilidade do produto e um melhor desempenho deste no mercado (CHRISTENSEN; WELLS; CIPCIGAN, 2012).

A Dinamarca conta ainda com outra organização responsável por instalar uma rede de abastecimento para automóveis elétricos, a CLEVER, que é de domínio de diversas companhias elétricas dinamarquesas, como a SEAS-NVE, a SE, a NRGi, a EnergiMidt e a Energi Fyn. Essa empresa é uma das operadoras da mobilidade elétrica dinamarquesa e oferece estações de recarga rápida capazes de reabastecer um carro elétrico num período de 20 a 30 minutos.

Além da infraestrutura, a CLEVER também tem investido pesadamente em qualidade, buscando sempre se atualizar para a obtenção de novas certificações de conformidade. Esse perfil intensivo de investimento da CLEVER favorece a composição de um cenário cada vez mais atraente ao estabelecimento de empresas fabricantes de

carro elétrico na Dinamarca, beneficiando também a percepção do consumidor, que se torna mais apto a adquirir um automóvel de propulsão elétrica tendo em vista a disponibilidade de pontos públicos de recarga (CLEVER, 2014).

As políticas e as parcerias coordenadas pelo governo dinamarquês fazem do país um modelo de estruturação para um paradigma de transportes rodoviários plenamente limpos. As forças que conduzem o desenvolvimento e introdução do automóvel elétrico no país dirigem esse papel com eficácia, sem desvinculá-lo da necessidade em se estabelecer uma estrutura produtora de energia elétrica nacional baseada em fontes renováveis e de menor impacto ambiental. Na Dinamarca, o Estado tem se esforçado continuamente para promover uma base energética completamente limpa, focando seus investimentos na geração de energia eólica, o que promove um cenário ideal para a implementação de veículos elétricos.

5.1.3. França

As políticas francesas de incentivo aecoinovação no setor automobilísticos foram iniciadas já em 1992, quando o governo aprovou um regulamento que visava induzir o desenvolvimento e adoção de carros elétricos no país como alternativa para a melhoria da qualidade do ar nas grandes cidades. Entretanto, esse primeiro modelo de regulação exercia pouca pressão sobre as empresas de automóveis, não tendo a força necessária para impulsionar a introdução de inovações sustentáveis nessas empresas. Além disso, os grupos de interesse que tratavam de compor pressões pela mitigação dos danos ambientais antrópicos ainda eram muito contidos e não tinham condições de mobilizar a sociedade pelas suas demandas. Nesse sentido, ainda que essas políticas tenham se iniciado cedo e perdurado por quase toda a década de noventa, seus reflexos foram limitados nesse primeiro momento (CALEF; GOBLE, 2007).

A França elaborou suas políticas tendo como foco estratégico a indução do desenvolvimento de automóveis elétricos para compor a frota nacional, reduzindo assim as emissões dos transportes rodoviários e melhorando a qualidade do ar. Alguns fatores contribuíram para esse viés, entre eles a presença de duas montadoras nacionais com grande porte, a Peugeot e a Renault. Além disso, a França conta duas

importantes companhias fabricantes de baterias, a Saft e a CEAC, e uma rede elétrica inovativa e competente mantida pela *Electricité de France*⁷ (EdF) que tem alto percentual de geração de energia por fonte nuclear (cerca de 75%), de modo a compor um cenário bastante favorável. Sob a perspectiva energética há ainda outro benefício, as taxas impostas pelo governo francês sobre os combustíveis provenientes de petróleo é bastante alta, enquanto as tarifas sobre eletricidade são baixas, o que pode induzir a preferência do consumidor aos veículos elétricos (CALEF; GOBLE, 2007).

Em 1992 a França deu início a sua primeira política relevante para o desenvolvimento de automóveis de propulsão elétrica compondo um fundo público-privado junto da concessionária de energia, *Electricité de France*, das três principais montadoras francesas (Peugeot, Citroën e Renault) e das instâncias administrativas locais para apoiar o desenvolvimento das tecnologias-chave para EV's. No mesmo ano, o Ministério da Indústria e o Ministério do Meio Ambiente coordenaram o *Accord-Cadre sur le Développement du Véhicule Électrique*⁸ junto da EdF, da PSA (consórcio composto pela Peugeot e Citroën), da Renault e do *Groupe Interministériel sur les Véhicules Électriques*⁹, além de várias agências públicas de pesquisa que foram chamadas a contribuir compondo estudos (CALEF; GOBLE, 2007). As exigências desse acordo determinavam que a EdF se comprometeria a estabelecer uma infraestrutura de carregamento, enquanto as indústrias deveriam fabricar um montante de milhares veículos elétricos a serem inseridos na frota francesa até os próximos três anos, tendo o suporte dos demais signatários (ADEME, 2010).

Posteriormente, em 1995, foi assinado um novo acordo entre o Ministério da Indústria francês, o EdF, a PSA e a Renault tendo perfil similar ao de 1992, porém mais ambicioso e formal. Esse acordo, também chamado de *Accord Cadre sur le Développement du Véhicule Électrique*, institui a continuidade das iniciativas presumidas no documento anterior além de uma série de metas a serem atingidas até

⁷ Eletricidade da França, em tradução livre, é a concessionária responsável pela produção e distribuição da energia elétrica em território francês.

⁸ O Acordo-Quadro sobre o Desenvolvimento do Veículo Elétrico (tradução livre) foi uma parceria público-privada para o desenvolvimento e introdução de automóveis de propulsão elétrica na frota francesa, sendo a primeira grande política adotada pelo governo francês com esse objetivo e a mais relevante dos anos 90 nesse segmento.

⁹ Grupo Interministerial dos Veículos Elétricos (tradução livre).

o ano 2000, tais como o de aumentar a frota de veículos elétricos para 100.000 exemplares, ou cerca de 5% da frota de veículos urbanos. O acordo também prevê que 10% dos novos automóveis obtidos pela administração pública deveriam ser elétricos, atingindo pelo menos 1.000 unidades (ADEME, 2010).

Em 2002, dois anos após o final da data estabelecida para o cumprimento das metas do *Accord Cadre* de 1995 havia pouco mais 7.500 veículos elétricos circulando pela França. Esse número, embora muito distante das 100.000 unidades previstas pelo acordo, era maior do que o que constava na frota de qualquer outra nação desenvolvida. No restante da Europa, por exemplo, o número de EV's chegava a apenas 3.500 exemplares. Cabe ressaltar que o grande responsável por este número foi o próprio governo francês, tendo em vista que cerca de 90% dos automóveis elétricos haviam sido adquiridos para compor a frota dos serviços públicos. Em 2003, foi elaborado pelo primeiro-ministro Raffarin o Plano de VPE (veículos limpos econômicos) com o intuito de melhorar a baixa permeabilidade dos veículos elétricos na frota particular francesa através de 40 milhões de euros a serem investidos em P&D, possibilitando o desenvolvimento de automóveis de propulsão alternativa mais acessíveis e atrativos ao consumidor comum (ADEME, 2010).

Em 2008 é divulgado o resultado da *Enquête Nationale des Transports et Déplacements* (ENTD) que avaliava os deslocamentos da população francesa e seus padrões de mobilidade, servindo de base para o desenvolvimento potencial do mercado de veículos elétricos por meio de uma avaliação das exigências de autonomia que eles deveriam cumprir, como deveria se estabelecer a infraestrutura de recarga e o tamanho ideal de bateria a ser considerado para atender as necessidades do consumidor francês (CGDD, 2011). No mesmo ano foi iniciada também a política de bônus monetário para impulsionar o mercado de automóveis de propulsão alternativa entre o consumidor civil. O bônus ambiental se apresenta como a mais eficaz medida de incentivo ao consumo de carros elétrico no país. Essa medida recompensa os compradores que emitem menos gases estufa com um bônus proporcional a redução de impacto ambiental gerado pela sua opção de compra para automóveis, esse valor pode chegar a até 6300 euros, seja o comprador uma pessoa, empresa ou o próprio

governo (Embaixada da França no Brasil, 2014). Essa iniciativa contribuiu fortemente para que a França se consolidasse como o maior mercado de carros elétricos na Europa. Feito que se deve também à implementação de políticas públicas de incentivo em âmbito nacional e local, além da oferta de fabricantes nacionais tecnologicamente aptos a produzir automóveis de propulsão elétrica.

Além disso, a França conta com um Plano nacional para o desenvolvimento de carros elétricos e híbridos, anunciado em 2009. Esse plano adota medidas a respeito da composição de uma infraestrutura de recarga, além do financiamento de pesquisa e inovação em mobilidade sustentável. As cidades francesas também desempenham papel relevante, constituindo uma rede de autosserviço para carros elétricos (carsharing), como é o caso da Autolib's em Paris, da Autobleue em Nice, do Sunmove em Lyon, do Bluecub em Bordeaux, entre outros (Embaixada da França no Brasil, 2014).

O Estado francês também realiza o *Ville de Demain* (cidade do amanhã), um programa que consiste num pacote de até 700 milhões euros destinados a 13 eco-cidades para subsidiar investimentos em pesquisa, energia, inovação em transportes e mobilidade, organização urbana e outros fatores, promovendo a composição de um novo modelo de cidade (Caisse des Dépôts, 2014).

A presença de montadoras nacionais que oferecem automóveis elétricos ou híbridos elétricos representa um fator impulsionador desse mercado. A Renault, empresa pioneira em veículos elétricos na França, foi a marca que mais vendeu BEV's na Europa (6000 unidades) no primeiro semestre de 2013, a frente da Nissan (5500 unidades) e da Smart (1550). Atualmente 3,1% dos veículos particulares na França são elétricos e híbridos. Em 2013 a venda de veículos elétricos cresceu 50% em relação ao ano anterior, já as vendas de híbridos elétricos aumentaram em 60% em comparação com 2012 (Embaixada da França no Brasil, 2014).

5.1.4. Estados Unidos

A regulação de emissões nos Estados Unidos se iniciou por volta de 1975 com a definição dos índices máximos de CAFE (economia média da frota corporativa), uma política restritiva de emissões baseada na eficiência com metas estabelecidas anualmente. O CAFE se manteve inalterado após 1996, mantendo a exigência de que a eficiência de combustível de todos os automóveis de passageiros, que são vendidos por um fabricante em um determinado ano, ultrapasse 27,5 milhas por galão (enquanto picapes, vans e SUV deve obter uma média de 20,7 milhas por galão). Os padrões de CAFE não ficam progressivamente mais rigorosos, a maior economia média de combustível por automóveis nos EUA se deu em 1987 (DIJK; YARIME, 2010).

Após 1998 o governo americano desenvolveu um programa de adesão voluntária. O chamado Programa NLEV (para reduzir emissões de veículos em âmbito nacional) iniciou as políticas de apoio ao desenvolvimento de propulsão mais sustentável para automóveis. O governo estadunidense também subsidiou a cooperação entre Ford, General Motors e Chrysler em 1991 para o desenvolvimento de baterias elétricas para carros durante 10 anos, nessa parceria as empresas gastaram 980 milhões de dólares, enquanto o governo investiu 814 milhões (DIJK; YARIME, 2010).

Os Estados Unidos tem claramente se enquadrado entre os países que apostam no desenvolvimento de carros elétricos e híbridos como modelo ideal deecoinovação e alternativa à redução de emissões de gases do efeito estufa. Entretanto esse viés só foi consolidado recentemente, durante a gestão de Barack Obama (FREYSSENET, 2011).

5.1.5. Califórnia

Entre os estados americanos a Califórnia é o que apresenta os mais relevantes regulamentos ambientais. Ao longo das últimas três décadas as políticas ambientais californianas sobre os transportes rodoviários foram consideradas as mais inovadoras e avançadas. Isso em muito se deve aos altíssimos níveis de poluição que Los Angeles e as demais regiões metropolitanas da Califórnia sofriam anteriormente,

que eram os piores entre os dos Estados Unidos. Na capital do estado a situação era agravada ainda pela geografia local, Los Angeles é circundada por montanhas e os ventos oceânicos do oeste favorecem o acúmulo dos poluentes, além disso, o clima quente e ensolarado produz reações fotoquímicas levando a formação de cortinas de fumaça. Devido a isso, o modelo de políticas que foi adotado no estado da Califórnia é mais rigoroso e corresponde ao que é chamado de “forçar a tecnologia” e é um modelo restritivo, que gradualmente obriga as empresas a alterarem seus paradigmas tecnológicos respondendo as demandas do Estado. Esse regulamento exigia que o setor produzisse e vendesse ZEV's eficientes dentro de um período de tempo pré-determinado ainda antes das tecnologias necessárias terem sido devidamente desenvolvidas. O mesmo ocorreu com o *Clean Air Act Amendments* (CAAA) na década de 70, que induziu a introdução de conversores catalíticos na indústria automotiva (CALEF; GOBLE, 2007).

Em 1990, devido os severos problemas de saúde causados pela má qualidade do ar na Califórnia, o programa CARB¹⁰ buscou firmar regulamentos com base em novas definições de tipos de veículos como uma política para reduzir as emissões dos automóveis na Califórnia. Essa proposta exigia das empresas montadoras a introdução faseada de veículos de baixa emissão, instituindo também normas rígidas para incentivar o desenvolvimento de veículos de emissão zero (ZEV's) por meio do Mandato ZEV, se alinhando a promoção dos modelos de propulsão elétrica. Essa exigência de melhoria ambiental faseada sobre as indústrias automobilísticas tinha um cronograma fixo, que determinava que em 1998 2% dos novos carros a entrarem no mercado deviam ser ZEV, e em 2000 todos os carros a serem vendidos já deviam ser de baixa emissão, mínima emissão ou emissão zero, enquanto 2003 ao menos 75% deveriam ser de baixa emissão, 15% de mínima emissão e 10% de emissão zero (KEMP, 2005).

¹⁰ O CARB, sigla para *Californian Air Resources Board* (ou Painel Californiano dos Recursos Aéreos, em tradução livre), se iniciou em 1967 com o intuito de proteger a saúde pública do estado da Califórnia por meio do alcance e manutenção de melhores níveis de qualidade do ar, conduzindo pesquisas sobre as causas e soluções da poluição e confrontando os danos originados pelos automóveis a combustão interna (CALEF; GOBLE, 2007).

Entre 1992 e 1994 o CARB fez avaliações acerca do cenário tecnológico do estado e das indústrias de automóveis californianas, conservando o mandato e suas etapas sem alterações. As análises foram focadas sobre o desenvolvimento de baterias mais eficientes, tendo em vista que este é o componente mais desafiador no desenvolvimento de carros elétricos. No início dos anos 1990 as baterias tinham capacidade bastante limitada, os modelos disponíveis baseados em chumbo-ácido e níquel-cádmio tinham um fraco desempenho, o que prejudicava consideravelmente o sucesso do programa. Com base nisso o CARB realizou uma nova avaliação em 1995 sobre as perspectivas futuras das tecnologias de bateria, concluindo que os avanços na área eram significativos e apresentavam expectativas bastante otimistas. Foi observado também que o mandato ZEV impulsionou um aceleração no investimento sobre baterias avançadas, entretanto a disponibilidade desses produtos em larga escala ainda seria bastante limitada nos próximos anos, servindo de empecilho à concretização das fases de introdução de automóveis elétricos previstas no mandato de regulação que havia sido elaborado (CALEF; GOBLE, 2007).

A partir de 1996 as políticas se abrandaram, abolindo os requisitos do mandato ZEV previstos entre 1998 e 2002 e substituindo-os por um acordo para que as indústrias de automóveis disponibilizassem 3750 veículos elétricos nesse mesmo período. Tal medida diminuía consideravelmente as exigências anteriores, requisitando um volume muito menor de carros de propulsão elétrica, o que corresponderia a apenas 0.02% dos carros vendidos na Califórnia (CALEF; GOBLE, 2007). Em 1996 os créditos oferecidos para produção de veículos de emissão zero passaram a ser disponibilizados também para veículos híbrido-elétricos (DIJK; YARIME, 2010). Posteriormente, em 1998, o CARB inclui no mandato a categoria de carros parcialmente zero emissão (PZEV), que correspondia aos modelos de impacto ultra baixo, tal como veículos híbridos, econômicos a gasolina e movidos a biocombustíveis. Os PZEV's poderiam contar com um volume limitado de crédito, além disso, seriam incluídos nos requisitos do mandato para 2003. A exigência do mandato de que as empresas ofertassem 10% de veículos de emissão zero foi alterada em 1998, permitindo que fosse disponibilizado apenas 4% de ZEV's enquanto os demais 6% poderiam ser substituídos por PZEV's (ARB, 2003).

Entretanto, em 2001 foram feitas novas alterações sobre o regulamento do CARB abrandando ainda mais as exigências sobre as montadoras de automóveis. Com base nisso, apenas 2% dos automóveis vendidos precisariam ser ZEV's, outros 6% poderiam ser PZEVs e os últimos 2% restantes foram liberados para veículos de tecnologia avançada de emissão parcialmente zero, referidos no mandato da CARB como ATPZEV's, categoria derivada dos PZEV's que incluía os veículos híbridos-elétricos e movidos a gás natural com alto desempenho (CALEF; GOBLE, 2007).

Entre os pontos mais importantes levantados pelo CARB acerca do desenvolvimento de automóveis de emissão zero, sobretudo do modelo de propulsão elétrica, está a dependência crucial sobre a viabilidade em grande volume, baixo custo e alto desempenho das baterias automotivas. Esse fator foi o ponto determinante que exigiu alterações sobre as previsões do mandato do CARB e limitou o sucesso dessa política, tendo em vista que foram as conclusões do órgão sobre as limitações das baterias de chumbo-ácido e níquel-cádmio que fizeram com que fossem abrandados os requisitos das fases de introdução de ZEV's no mercado californiano. Atualmente as esperanças de melhores resultados se direcionam as tecnologias de baterias NiMH, compostas por níquel-metal hidreto, o que poderia dar novo fôlego a essa campanha (CALEF; GOBLE, 2007).

Vale ressaltar que mesmo não alcançando plenamente as expectativas que haviam sido estabelecidas pelo CARB na primeira versão do mandato de ZEV's o programa da Califórnia ainda é exemplo de sucesso para o mundo todo. O pioneirismo californiano pode ter refletido em ações de outros estados americanos, em 1994, quatro outros Estados haviam adotado o mandato de ZEV (New York, Massachusetts, Vermont e Maine) e outros oito aderiram ao programa americano NLEV (Programa nacional de veículos de baixa emissão), que aprova exigências mais rigorosas que as normas do EPA (Europa e Federação Americana) (DIJK; YARIME, 2010).

5.1.6. China

A China é hoje o segundo maior mercado de automóveis no mundo, com previsão de se tornar o primeiro em 2030, ultrapassando os Estados Unidos. Caso essa

perspectiva se concretize isso significaria um aumento de 12% nas vendas do setor, com uma introdução de 207 milhões de automóveis na frota do país no decorrer de 25 anos. Esse cenário impactaria diretamente a economia chinesa aumentando sua dependência de petróleo e refletindo uma necessidade de importar 6,2 milhões de barris anualmente para abastecer o mercado doméstico de combustíveis já em 2030. Nesse sentido a China se tornaria responsável por 20% de todas as emissões de CO₂ provenientes de veículos caso não fossem desenvolvidas iniciativas para a adoção de modelos de propulsão menos impactantes ao meio ambiente (GAO; WANG; WU, 2008).

Os veículos elétricos são comumente mais caros do que os movidos a combustão interna. Na China um veículo elétrico ou híbrido custa por volta de 25% mais do que um automóvel convencional. Esse custo adicional pode ser recompensado no longo prazo tendo em vista as economias relativas ao custo do combustível. Entretanto, o governo chinês adota medidas de controle do preço dos combustíveis, privando o consumidor dos aumentos assistidos no mercado global, o que reduz notavelmente as vantagens comparativas dos carros elétricos e híbridos, prejudicando seu desempenho em vendas. Por outro lado, as condutas adotadas em 2008 indicam que o Estado chinês pretende ajustar gradualmente o aumento no preço dos combustíveis (GAO; WANG; WU, 2008).

A China é conhecida por obter energia elétrica de fontes bastante poluentes, como pode ser exemplificado pela alta participação de usinas termelétricas movidas à queima de carvão mineral na matriz energética do país. Em decorrência disso o governo tem investido de forma concisa no desenvolvimento de fontes mais limpas como a solar, eólica, hidrelétrica e nuclear como alternativa para reduzir as emissões de gases do efeito estufa e melhorar a qualidade do ar no país. Uma lei pelas energias renováveis adotada em 2006 estipulava como meta que entre 10% e 15% da energia produzida na China deveria ser obtida de fontes limpas até o ano de 2010. A Comissão do Desenvolvimento Nacional e Reforma (NDRC) tem estabelecido metas obrigatórias para aumentar a participação das energias renováveis, estipulando que

em 2030 estas deverão corresponder a 30% da matriz energética (GAO; WANG; WU, 2008).

O governo chinês também tem combatido as emissões provenientes dos transportes por meio de regulações de caráter restritivo. Em 2008 entrou em vigor uma norma estabelecendo padrões mínimos de eficiência aos automóveis, que deveriam percorrer pelo menos 37 milhas por galão. A China também adotou em 2006 seu 11º plano de cinco anos com foco no desenvolvimento de “inovações independentes” em diferentes setores estratégicos de sua economia, entre eles o da indústria automobilística. Esse plano serviu para impulsionar os investimentos das empresas do setor sobre pesquisa e desenvolvimento, aprimorando o valor agregado sobre os automóveis que elas produzem (GAO; WANG; WU, 2008).

A China tem adotado diversas iniciativas para promover o desenvolvimento de automóveis com modelos alternativos de propulsão como saída para a redução da emissão de gases do efeito estufa no país. O Ministério de Ciência e Tecnologia determinou que 10% da frota de veículos do país deverá ser movida por tração alternativa até 2012, lançando para isso o “Plano 863” que investirá recursos em pesquisa e desenvolvimento de veículos elétricos. Em 2009 também foi iniciado um plano que disponibilizou 10 mil automóveis híbridos, elétricos e de células combustíveis para compor a frota de 10 cidades chinesas. Este programa foi chamado de “*Ten Cities and Ten Thousand Vehicles*” e teve sua fase inicial focada em taxis e ônibus urbanos (GAO; WANG; WU, 2008; HUO et al., 2010).

Uma das grandes preocupações do governo e das indústrias chinesas se refere a composição da infraestrutura de abastecimento dos automóveis elétricos e híbridos que tem sido agregados a frota de automóveis do país. A inserção desse modelo não foi devidamente acompanhada pela disponibilização de postos de recarga, nem do aumento na oferta de energia elétrica, o que pode acabar prejudicando o sucesso da adoção de automóveis de propulsão alternativa no país. Em 2010 um dos maiores fornecedores de energia elétrica da China anunciou a construção de estações de recarga para carros elétricos em Pequim, Xangai e Tianjin (HUO et al., 2010)

O governo da China implementou em setembro de 2008 uma espécie de taxa verde, que visa encorajar os consumidores a escolher carros menores, mais baratos e eficientes. Com isso os carros com ignição com capacidade para 3 litros tem suas taxas acrescidas a 40%, enquanto aqueles que com capacidade menor do que 1 litro tem suas taxas reduzidas até 1% (GAO; WANG; WU, 2008).

5.2. Políticas governamentais no Brasil

O primeiro conjunto de políticas governamentais para a inovação sustentável a ser implementado no setor automobilístico brasileiro foi o programa Pró-álcool, iniciado nos anos 70 para o desenvolvimento de veículos movidos a etanol de cana-de-açúcar. A medida não surgiu com viés ambiental, ela foi elaborada para substituir as importações de petróleo a altos preços durante o primeiro choque da commodity em 1973. Essa foi a mais bem sucedida adoção de biocombustíveis em larga escala que ocorreu em todo o mundo (ZAPATA; NIEUWENHUIS, 2008).

O governo brasileiro subsidiou a expansão da produção de cana-de-açúcar e a capacidade de processamento e transformação do etanol na indústria por meio do Pró-alcool, aplicado em 1975 no PND II¹¹ de Geisel (BRASIL¹², 1974 apud ZAPATA; NIEUWENHUIS, 2008). Na primeira das três fases do programa uma porcentagem de 20% a 25% de álcool foi inserida na gasolina. Na segunda fase o programa atendeu as regiões com maior volume de produção de cana-de-açúcar e distribuiu subsídios a produtores e compradores. Depois da indústria alcooleira consolidada o governo reuniu montadoras nacionais possibilitando a criação de automóveis movidos unicamente a álcool (ZAPATA; NIEUWENHUIS, 2008). O uso da estatal Petrobrás foi fundamental para a distribuição e disponibilização do álcool em cada posto de combustível do país. A combinação de subsídios governamentais, produção nacional de automóveis e altos preços de importação do combustível a base de petróleo fizeram do etanol um sucesso comercial, alcançando 94,4% da frota de veículos no Brasil em 1984 (PAMPLONA, 1984). Na terceira fase os subsídios foram decrescidos até

¹¹ O Segundo Plano Nacional de Desenvolvimento foi um programa realizado pelo governo federal no mandato do militar Geisel e consistia num conjunto de políticas, incentivos e obras de infraestrutura que visam promover o crescimento econômico brasileiro.

¹² BRASIL. **II Plano Nacional de Desenvolvimento**. Presidência da República. Brasília-DF. 1974

serem extintos em 1998, nesse ponto o etanol já perdia espaço devido à queda do preço do petróleo em 1986 e a preferência das indústrias em produzir açúcar (ZAPATA; NIEUWENHUIS, 2008).

A extinção do subsídio nos anos 1990 não significou a eliminação da intervenção estatal sobre o setor. Apesar da crescente desregulamentação do mercado o governo brasileiro ainda exigia a adição de álcool à gasolina num percentual de 20% a 25%, incentiva planos de desenvolvimento tecnológico e ainda encorajava as indústrias com o foco de favorecer o livre mercado e as exportações (BASTOS, 2007; FERREIRA JÚNIOR; HESPANHOL, 2006). Além disso, houve em 2001 a implementação do CIDE (Contribuições de Intervenção no Domínio Econômico) em São Paulo (principal região produtora de cana-de-açúcar) com intuito de equalizar os custos da matéria-prima e amenizar os preços do combustível. Essa medida acabou por aumentar a concentração de mercado do setor alcooleiro, não cumprindo sua proposta inicial (FERREIRA JÚNIOR; HESPANHOL, 2006).

O progressivo aprimoramento dos veículos movidos a álcool e a introdução da tecnologia *flex* (automóveis capazes de rodar simultaneamente com os dois combustíveis) após os anos 2000 reaqueceu o mercado alcooleiro (ZAPATA; NIEUWENHUIS, 2008). A introdução do carro bicombustível, assistida em 2001, trouxe perspectivas de elevado crescimento sobre o setor sucroenergético, mudando consideravelmente a dinâmica do seu mercado. De acordo com dados da União da Agroindústria Canavieira de São Paulo (2012), as vendas de carros bicombustíveis, que em 2003 representavam apenas 3,7%, saltaram para aproximadamente 90% do total de veículos leves vendidos no Brasil em 2008 (SHIKIDA; PEROSA, 2012).

O Brasil é líder mundial na produção de automóveis movidos a biocombustíveis e tem ampla vantagem competitiva em termos de produção nesse segmento, frente aos demais países (REZENDE; MOTA; DUARTE, 2010). Mais recentemente o setor sucroalcooleiro têm desenvolvido novas tecnologias, como o etanol de segunda geração (produzido através do bagaço da cana e outros resíduos vegetais) e as biorrefinarias (indústrias químicas que desenvolvem produtos a partir de cadeias de etanol). Nesse aspecto tem sido fundamental a atuação do Estado

fornecendo apoio a projetos de pesquisa e desenvolvimento, disponibilizando recursos não-reembolsáveis do Fundo de Tecnologia do BNDES (FUNTEC) e dos fundos setoriais da Finep (FNDCT), possibilitando projetos cooperativos com universidades e instituições de pesquisa e concedendo empréstimos e operações de renda variável por meio dos bancos e agências federais de desenvolvimento (BASTOS, 2007). O apoio governamental à pesquisa e à tecnologia é regulamentado pela lei nº 10.973/2005, conhecida por Lei da Inovação, que estabelece medidas de incentivo à indústria nacional por meio de uma articulação dos governos, universidades, empresas, instituições científicas e tecnológicas, fundos de pesquisa, laboratórios e demais atores. Essa política mobiliza fontes de crédito, recursos humanos e investimento público e privado para promover a ciência e a tecnologia nas firmas e na sociedade, utilizando também de parques tecnológicos e incubadoras para desenvolver seus objetivos.

Além disso, o setor sucroalcooleiro ainda conta com a disponibilidade de diversos benefícios fiscais em esfera federal e estadual. Uma medida de 2013 disponibilizou 1 bilhão de crédito ao setor por meio do BNDES e mais 1 Bilhão via poupança rural para possibilitar a estocagem do etanol. O crédito concedido tem uma taxa de juros de 7,7% anual, inferior a de 8,7% aplicada a outros segmentos. A linha Prorenova de financiamento do BNDES também teve redução na taxa de juros, que caiu de 9,5% e 8, 5% para uma alíquota de 5,5% ao ano. O governo também concedeu ao produtor de etanol um crédito presumido do PIS/COFINS que zerou o imposto, com o intuito de fortalecer a competitividade do setor (Ministério da Fazenda, 2013).

Mesmo com a ampla variedade de incentivos econômicos ainda falta uma reestruturação do setor sucroalcooleiro e das políticas governamentais que incidem sobre ele. Embora o Estado tenha promovido os biocombustíveis não há uma política concreta e bem definida para o desenvolvimento futuro do setor, de modo que sua relevância fica refém do desempenho do petróleo e do cenário que o envolve. A descoberta do Pré-sal (grande reserva de petróleo na costa brasileira), no fim do ano de 2007 mudou a perspectiva energética brasileira e desviou o foco dos investimentos nacionais e trouxe queda ao preço da gasolina, tornando o álcool pouco competitivo

no mercado interno e promovendo uma crise sobre as indústrias sucroalcooleiras e desorientando suas trajetórias de crescimento (BEIRAL; SANTOS, 2010).

A propulsão elétrica é outro modelo deecoinovação automobilística que vem conquistando maior visibilidade no cenário nacional. O Brasil esteve à frente no desenvolvimento de biocombustíveis, entretanto, ele agora está atrasado para a implementação da tecnologia de veículos elétricos em sua indústria. Se desvincular desse cenário de inovação radical que está em processo nos países centrais e emergentes pode trazer grandes perdas em produção e exportação de automóveis e autopeças, setores que são fundamentais na economia brasileira (VELLOSO, 2010).

As iniciativas em políticas governamentais acerca do incentivo aos veículos híbridos e elétricos começaram a se desenvolver muito recentemente e ainda não estão bem estruturadas a ponto de oferecer um condicionamento eficaz para a implementação dessa tecnologia à indústria automotiva nacional. Apenas após a realização do 1º Seminário Brasileiro sobre Tecnologias para Veículos Elétricos (TEC-VE 2011) o governo retomou os estudos para a concretização de um modelo regulatório que permitisse compor um mercado para automóveis elétricos no Brasil. Em setembro de 2011 a Caixa Econômica Federal disponibilizou uma linha de financiamento específica para veículos de baixa emissão de poluentes, ou emissão nula, com juros reduzidos, visando incentivar a compra nesse segmento e propulsionando a geração de uma demanda local. Em outubro do mesmo ano, a Presidente Dilma Rousseff pediu ao então ministro de ciência e tecnologia, Aloizio Mercadante, uma análise sobre a viabilidade de carros elétricos na matriz de transporte brasileira (ABVE, 2011).

Uma primeira etapa importante para consolidar uma estrutura de abastecimento e uma demanda nacional significativa deveria passar pela facilitação da importação de automóveis elétricos e híbridos para o Brasil, dando, inclusive, melhores condições para que a indústria nacional avaliasse tais modelos e desenvolvesse condições tecnológicas para sua fabricação e aprimoramento (ABVE, 2011). Entretanto o projeto de lei 255/2010 que regulamentaria os benefícios fiscais sobre a tributação de veículos híbridos, movidos a tração elétrica e as seus componentes e acessórios encontra-se arquivado (Senado Federal, 2015). Outro

projeto semelhante, o PL 2092/2011, que estabeleceria incentivos à fabricação e uso de veículos elétricos se encontra em tramitação (Câmara dos Deputados, 2015).

Em setembro de 2014 uma decisão envolvendo a Câmara de Comércio Exterior (CAMEX) e o Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC) aprovou uma redução da alíquota do Imposto de Importação para os carros híbridos, que agora está fixada entre 0% e 7%, sendo que a taxa mais alta é aplicada aos automóveis híbridos que são importados completamente montados. Essa decisão excluiu os automóveis movidos apenas por propulsão elétrica, de modo que a este segmento de veículos e seus componentes ainda incide uma alíquota de 35% de Imposto de Importação, correspondente à categoria automotiva (Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior, 2014).

Por outro lado, existem importantes órgãos governamentais que oferecem apoio ao desenvolvimento do setor privado no país. A mais importante é o BNDES, que atua como provedor de crédito, investidor em ativos e empreendedor do fomento à evolução tecnológica nas empresas. O BNDES desempenhou um papel fundamental na promoção da cadeia sucroalcooleira e na implementação do sistema flex nas linhas de montagem das indústrias automotivas tendo, portanto, condições reais de auxiliar e capacitar as montadoras nacionais no desenvolvimento de veículos elétricos e híbridos (COUTINHO; CASTRO; FERREIRA, 2010).

Além disso, diversos estados e municípios brasileiros tem desenvolvido políticas e iniciativas próprias para apoiar e estimular veículos elétricos. Entre essas políticas é possível destacar as isenções do IPVA, que são praticadas nos estados do Rio Grande do Sul, Maranhão, Piauí, Ceará, Pernambuco, Rio Grande do Norte e Sergipe, além das reduções do tributo, que ocorrem em São Paulo (redução de 25%), Mato Grosso do Sul (redução de 70%) e no Rio de Janeiro, onde a redução de alcança os 75% (ABVE, 2011). A cidade de São Paulo adota uma medida de restituição do IPVA municipal (50% do IPVA) ao proprietário de veículo elétrico, híbrido e movido à célula de hidrogênio (com valor inferior a R\$ 150.000) nos cinco primeiros anos de incidência da tributação, de acordo com a lei 15.997/14. A lei ordinária também estipula que a prefeitura incentivará a utilização de automóveis de propulsão alternativa e que estes

poderão estar isentos ao rodízio municipal de circulação de veículos estabelecido na região central de São Paulo e que a cidade.

Outra importante iniciativa em execução é o programa de Mobilidade Inteligente (Mob-i) realizado pela Itaipu Binacional, que firmou uma aliança com o município de Curitiba, no Paraná, além da Aliança Renault-Nissan e a CEIIA (Centro para a Excelência e Inovação na Indústria Automóvel) de Portugal. O projeto tem por função a implementação de modais de nova geração com baixo impacto ambiental e conta com 10 veículos elétricos (entre eles 3 miniônibus) e 10 eletropostos de recarga funcionando próximos de pontos turísticos da cidade. Atualmente o projeto já se encontra na segunda de quatro etapas e tem realizado a instalação de totens de abastecimento multifuncionais (Ecoelétrico Curitiba, s.d.).

Em Brasília o Mob-i vem sendo executado pela hidrelétrica de Itaipu e pelo Centro de Engenharia e Inovação das Indústrias da Mobilidade (CEiiA). O projeto se iniciou recentemente, no dia 25 de março de 2015, por meio de uma cerimônia de entrega de 2 automóveis elétricos modelo RenaultZoe da Itaipu à prefeitura de Brasília, ocorrida na sede da ONU. Na cidade o projeto foi chamado de Mob-i-ONU (Mobilidade Inteligente ONU) e passa a atender o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD) e a ONU Mulheres (Itaipu Binacional, 2015).

No Brasil existem ainda alguns projetos em implementação para a produção local de veículos elétricos. Entre estes podemos citar o Projeto VE, realizado por uma parceria entre a Itaipu Binacional, a empresa suíça Kraftwerk Oberhasli (do ramo de energia) e a Fiat, além de outras empresas e institutos de pesquisa. O esforço conjunto desses atores tem desenvolvido dois automóveis puramente elétricos, o Palio Weekend Elétrico e o Iveco Daily Elétrico, que é um modelo de caminhão leve (COUTINHO; CASTRO; FERREIRA, 2010).

Algumas empresas já tem produzido motocicletas do tipo scooter elétricas no Brasil em escala comercial, como é o caso da Motor Z, de São Bernardo do Campo – SP, da Bramont, em Manaus, e da GPS Electric Movement, de Natal – RN. Além disso também há ônibus urbanos de propulsão elétrica em operação, cerca de 300 trolebus

e 45 ônibus híbridos desenvolvidos pela Eletra compõem hoje a frota da grande São Paulo (COUTINHO; CASTRO; FERREIRA, 2010).

Mesmo com inúmeras iniciativas sendo desenvolvidas para a introdução do carro elétrico e híbrido no mercado nacional a atuação dos governos se matem pouco relevantes para a condução de movimento no Brasil. Faltam políticas públicas bem articuladas e com planejamento de longo prazo para incorporar a ecoinovação na indústria automotiva brasileira. Os veículos elétricos pode se tornar uma alternativa tecnológica eficaz para a obtenção de competitividade nacional desde que seja elaborada uma política de incentivo ao seu desenvolvimento. A frota de automóveis brasileira ainda se encontra em estágio inicial de crescimento e a matriz energética do país é bastante benéfica do ponto de vista ambiental. Deste modo, a adoção do carro elétrico em larga escala, possibilitaria ganhos estratégicos e em sustentabilidade no futuro (BARAN; LEGEY, 2010).

5.3. Sugestão de Políticas a Serem Adotadas pelo Brasil

O Brasil tem plena capacidade para coordenar políticas eficazes de desenvolvimento sobre sua indústria nacional e sobre os atores de sua economia. As mais relevantes fases de industrialização brasileira ocorreram por meio de uma ação proeminente do Estado, alterando os fatores internos, reestruturando a infraestrutura e a indústria de base e mobilizando a iniciativa privada nacional e, algumas vezes, até a estrangeira (FURTADO, 2005). Da mesma forma, o governo tem também competência para conduzir o setor automobilístico doméstico no aprimoramento de suas capacidades tecnológicas e na implementação de modelos de inovação mais sustentáveis ambientalmente, fazendo das políticas públicas e das iniciativas governamentais uma ferramenta fundamental para alcance de uma indústria nacional verdadeiramente ecoinovadora.

Para isso é necessário que o Estado tenha amplo conhecimento sobre as empresas do segmento sobre o qual deseja aplicar as políticas, compreendendo suas dinâmicas, sua estrutura de mercado, seu perfil de competição e o nível de competitividade que essas detém nacionalmente e globalmente. Com base nisso o

poder público poderá fortalecer as condições subjacentes favoráveis que o ambiente nacional proporciona, desenvolvendo também outras áreas a fim de configurar um melhor cenário para que as firmas produzam vantagens competitivas. Porter (1999) menciona que este processo deve ser comandado de forma indireta nos países com indústria desenvolvida, concedendo liberdade de conduta estratégica, entretanto em outras nações que ainda não superaram as condições de economias periféricas, como é o caso do Brasil, é concebível que haja uma intervenção mais significativa e direta, possibilitando impulsionar a geração de capacidade competitiva pelas empresas que se estabelecem nesse patamar menos favorável dentro do contexto do livre mercado global.

Para que o Brasil tenha um bom desempenho na elaboração dessas políticas é necessário que seja determinada uma perspectiva bem definida sobre qual modelo futuro deecoinovação se espera que as montadoras de automóveis desenvolvam. Com base nisso deverá ser gerada uma perspectiva tecnológica para o setor, vinculando as regulações e iniciativas governamentais a esse modelo e amparando o decorrer dessa política sob um viés estratégico concreto. A partir disso é possível transmitir uma visão clara de futuro para orientar desenvolvedores de tecnologia, planejadores, investidores e todos os demais atores econômicos, de modo facilitar e garantir maior segurança à condução do processo de transição das empresas automobilísticas para a introdução de um novo paradigma tecnológico mais sustentável. Caso esse desencadeamento seja implementado com competência, o suporte àecoinovação se dará de forma mais eficaz, conferindo menor risco e melhor desempenho às fabricantes de veículos a ele submetidas.

Nesse sentido, é aconselhável que as políticas a serem realizadas pelo governo brasileiro visem priorizar dois modelos deecoinovação. O primeiro deles é o do carro híbrido-elétrico biocombustível, movido a etanol. Esse modelo permite o desenvolvimento de um automóvel de baixíssima emissão de gases do efeito estufa, permitindo que ainda sejam aproveitados todos os investimentos anteriormente concedidos pelo governo ao setor sucroenergético. Além disso, os investimentos das firmas em motores de combustão interna também são conservados, uma vez que esse componente ainda é mantido. Isso garante que haja pouca mudança técnica sobre o

produto, permitindo que a adaptação tecnológica tenha um perfil mais incremental e menos disruptivo. Isso é justificável tendo em vista que mesmo com a necessidade em se desenvolver um motor elétrico não será determinante que este seja altamente eficaz, pois ele atuará apenas como propulsão adicional, o que permite uma demanda bastante inferior de intensidade tecnológica e menor exposição a riscos (ZAPATA; NIEUWENHUIS, 2010). Além disso, o Brasil tem um cenário bastante favorável para a adoção de veículos híbridos a etanol, pois a infraestrutura e a oferta do biocombustível já está estabelecida e há fornecedores bem estabelecidos que, inclusive, detém grande capacidade competitiva e inovativa, tendo desenvolvido continuamente tecnologias de aprimoramento como é o caso do etanol de segunda geração. Entretanto, cabe mencionar que o potencial exportador de um carro híbrido a etanol é altamente limitado, uma vez que nenhum país, além dos Estados Unidos, comporta atualmente uma infraestrutura de abastecimento elétrico e de álcool combustível numa mesma região.

Um segundo modelo a ser priorizado é o automóvel integralmente elétrico, que tem se firmado como o principal protótipo deecoinovação a ser buscado pelas indústrias automobilísticas. A capacidade produtiva de BEV's tem progressivamente assumido o perfil de vantagem competitiva entre as corporações do setor, resultando num alto potencial de mercado futuro. Mesmo assumindo um perfil inovador disruptivo, demandando alta intensidade tecnológica e investimentos pesados em P&D esse modelo é o que pode proporcionar um maior grau de competitividade no mercado global. Caso as empresas nacionais não desenvolvam capacidade para implementação dessa tecnologia em suas cadeias produtivas é possível que haja grande perda de desempenho a longo prazo, trazendo riscos a sustentabilidade econômica da firma e à sua permanência no mercado.

Com o intuito de reduzir as barreiras tecnológicas relativas esses novos produtos e seus componentes é possível que o governo brasileiro coordene programas científicos, educacionais e de pesquisa nas áreas coligadas ao perfil dessas inovações dando foco ao aprimoramento de componentes críticos como o desenvolvimento de baterias mais eficientes e redes de infraestrutura inteligentes. A mobilização de instituições públicas de pesquisa e a elaboração de parcerias entre empresas,

universidades e órgãos governamentais também representa uma iniciativa bastante benéfica no oferecimento de um suporte científico para que as empresas de automóveis obtenham capacidades de desenvolver inovações sustentáveis em seus produtos e processos. Aliado a isso o governo pode oferecer linhas de crédito e realizar investimentos para as indústrias desse setor que estão realizando estudos para introdução deecoinovação por meio de instituições como o BNDES e o Finep. A redução dos impostos sobre a importação dos carros elétricos, híbridos e de outros modelos alternativos de propulsão também configura uma medida de grande importância para que a indústria automotiva brasileira tenha a possibilidade de estudar e avaliar tais protótipos a fim de adquirir conhecimentos básicos que possibilitem a reprodução desses modelos.

Tendo em vista as políticas dos países apresentados nesse trabalho enquanto referências, podemos traçar paralelos com algumas das práticas adotadas na China, levando em consideração as similaridades dessas duas nações emergentes sobre o seu mercado interno. O governo chinês adota medidas que priorizam o desenvolvimento de “inovações independentes”, pressionando a indústria de veículos local a aproveitar dos benefícios da baixa concorrência, típicos de um mercado com altas barreiras produtos estrangeiros, para realizar investimentos próprios em P&D. O Brasil apresenta claras semelhanças nesse aspecto, uma vez que há altos impostos sobre a importação de automóveis (alíquota de 35%) oferecem às empresas domésticas uma menor concorrência, possibilitando um maior acúmulo de receitas. Nesse sentido o governo brasileiro pode adotar algumas medidas mais restritivas que visem impor um volume mínimo a ser investido pelas grandes corporações do setor emecoinovação, de modo a impulsionar a pesquisa sobre essas tecnologias e capacitar a sua incorporação sem que se dependa unicamente dos investimentos concedidos pelo governo.

Além disso, o governo brasileiro pode, a exemplo da França e da Califórnia, elaborar políticas com etapas e metas de introdução de veículos de propulsão sustentável no mercado consumidor, constituindo grandes parcerias público-privadas, tais como o *Accord Cadre sur le Développement du Véhicule Électrique*, para convergir competências distintas para este mesmo objetivo. Para isso é importante que seja feita

uma pesquisa ampla sobre as capacidades tecnológicas e as principais dificuldades apresentadas pelas organizações que compõem o segmento de automóveis no país, assim como a CARB fez na Califórnia. Com base nessa pesquisa seria possível estipular metas realistas, mas não menos desafiadoras, além de identificar os principais problemas a serem resolvidos nas montadoras. Um outro aspecto a ser levado em consideração é o perfil de deslocamento e preferências do consumidor brasileiro de automóveis, o qual poderia apresentar dados relevantes a serem considerados para o desenvolvimento de carros híbridos e elétricos comercialmente viáveis para o mercado nacional, tomando como exemplo a pesquisa realizada pela ENTD na França.

Um outro aspecto fundamental a ser abrangido por políticas públicas é a infraestrutura de abastecimento de baterias em carros com propulsão elétrica. Nesse cenário há um ponto desafiador que diz respeito à segurança energética do país, uma vez que ao deslocar o abastecimento dos transportes rodoviários dos combustíveis para a rede elétrica é gerada uma nova demanda excepcional, que pode colocar em risco a disponibilidade de eletricidade para consumo doméstico e industrial. Para evitar esse risco é necessário que o país invista na geração de energia, de preferência proveniente de fontes renováveis. Nesse aspecto o Brasil se encontra num cenário positivo, uma vez que grande parte de sua matriz energética é proveniente de hidrelétricas, entretanto é preciso também explorar outras fontes que causam ainda menos impactos ambientais, como a energia eólica e solar, uma vez que as usinas hidrelétricas podem impactar consideravelmente o meio ambiente, alterando os cursos d'água e inundando grandes áreas de floresta.

Para constituir uma infraestrutura de recarga para carros elétricos o governo brasileiro poderia coordenar parcerias entre distribuidoras e empresas nacionais, criar uma empresa pública encarregada desse serviço, ou ainda dar suporte a criação de *start ups* dispostas a elaborar e gerir redes de abastecimento. O Brasil pode também seguir o exemplo da Dinamarca, possibilitando que as concessionárias de energia elétrica administrem conjuntamente uma empresa responsável pela distribuição de energia e instalação de pontos de recarga para carros elétricos e híbridos, assim como acontece com a CLEVER. Em ambas as alternativas apresentadas acima o governo deverá assumir um dispêndio, seja em suporte, ou então assumindo o

serviço por meio de uma estatal. Seria também vantajoso que o Estado brasileiro buscasse compor parcerias com a Better Place, se beneficiando das competências dessa importante multinacional na gestão de cadeias inteligentes de energia elétrica de fontes renováveis, assim como fez a Dinamarca e Israel. Além de não oferecer grandes custos ao governo uma parceria com a Better Place traria consigo práticas bem sucedidas de vendas de veículos de propulsão alternativa, possibilitando um melhor desenvolvimento deste mercado no âmbito nacional.

Para favorecer a composição de um sólido mercado consumidor de automóveis híbridos e elétricos no Brasil o poder público pode adotar algumas políticas simples que incentivem o comprador a optar pelos veículos sustentáveis. Entre elas esta a de reduzir ou isentar carros de propulsão alternativa de tributos que incidem sobre os demais, refletindo numa redução do preço desses produtos afim de que eles sejam mais acessíveis e possam ter um desempenho melhor diante das escolhas de compra do consumidor. Nesse mesmo sentido é possível citar a política de bônus ambiental, que é utilizada pela França desde 2008, na qual o comprador de um veículo de menor impacto ambiental é remunerado em uma quantia proporcional às emissões de poluentes que foram evitadas com base na sua escolha. Essa prática poderia também ser usada pelo Brasil, de modo a influenciar diretamente sobre a percepção do consumidor e sua decisão de compra. Outro exemplo vindo da China de iniciativa que pode ser aplicado assim que se iniciarem as vendas de automóveis híbridos e elétricos no país é o de reduzir os subsídios do governo sobre os combustíveis de fontes não renováveis como a gasolina e o diesel fazendo dos veículos ecologicamente sustentáveis alternativas mais vantajosas sob o viés do custo. Com base nessas medidas será possível impulsionar o mercado de automóveis gerados a partir daecoinovação, encerrando as iniciativas regulatórias de promoção desse modelo.

O Brasil pode também adotar um perfil diferente de políticas, focado no desenvolvimento de componentes para modelos de automóveis inovadores. A implementação deste tipo de regulação exigiria iniciativas de suporte financeiro e técnico às empresas nacionais para o desenvolvimento das demandas tecnológicas relativas àecoinovação no setor automotivo. Com base nisso seria possível estabelecer

uma indústria nacional de componentes automobilísticos altamente competitiva e capaz de integrar as cadeias globais da produção de veículos sustentáveis.

6. CONCLUSÃO

Como observado ao longo do presente trabalho os veículos de propulsão alternativa tem se consolidado enquanto um importante caminho para a redução das emissões de gases do efeito estufa e de outros poluentes atmosféricos, sobretudo nos países centrais. Com base nisso as indústrias automobilísticas tem sido conduzidas pelos governos a desenvolverecoinovação, produzindo modelos de carros menos danosos ao meio ambiente, tais como os movidos a biocombústiveis, os híbridos-elétricos, os de propulsão elétrica, os movidos a células de hidrogênio, entre outros.

Nesse contexto se apresentam uma série de desafios à consolidação desse cenário inovador ao âmbito das montadoras. Desafio que decorre das diversas demandas tecnológicas referentes aos componentes que necessitam ser criados e aprimorados para servir a esses modelos, bem como os riscos assumidos diante do perfil disruptivo dessas inovações e das dificuldades de se introduzir esses novos produtos no mercado de consumo e proporcionar uma infraestrutura de recarga eficiente.

Em decorrência de todas essas barreiras, os governos tem assumido um papel de grande importância, cada vez mais optado por adotar regulamentos que sejam menos restritivos e que ofereçam um melhor suporte para a viabilização desse decurso inovativo. Nesse processo é possível identificar uma série de falhas, como a falta de conhecimento do poder público sobre as dinâmicas ocorridas no âmbito das indústrias de automóveis e a elaboração de regulamentos e iniciativas que não são congruentes às condições do setor. Entre os erros mais comuns é possível destacar também a ausência de uma prospectiva bem definida, que determine um modelo bem estabelecido a ser promovido e alcançado.

Embora a ecoinovação veicular já seja uma realidade em países desenvolvidos e até em alguns emergentes, como a China, o Brasil ainda se encontra desvinculado desse processo, mesmo tendo um setor automobilístico altamente relevante para sua economia. Para que a indústria brasileira de automóveis participe desse percurso e tenha um bom desempenho é necessário que o Estado componha políticas sólidas que permitam promover a adoção de inovações sustentáveis no setor,

coordenando diferentes atores públicos e privados para o alcance desse objetivo e desenvolvendo iniciativas que incentivem o mercado consumidor desses produtos e a composição da sua devida rede de abastecimento. Para isso o governo brasileiro pode se basear nas medidas adotadas por diversos países, blocos e estados, apresentados no presente trabalho enquanto referências, permitindo intercambiar boas práticas avaliando sua aplicabilidade e eficácia no país.

A ecoinovação tem se firmado nas grandes empresas automobilísticas enquanto vantagem competitiva e tem promovido um processo de mudança no enquadramento tecnológico a que estão sujeitos os transportes rodoviários. Nesse contexto as pressões sobre as demais firmas do setor vão se tornando cada vez mais presentes à medida que essa nova perspectiva vai se consolidando, de modo a forçar que as demais empresas também elaborem e introduzam sistemas ecoinovadores a fim de permanecer no setor. As corporações que não obtiverem capacidade para se adaptar a este novo cenário estarão sujeitas a perda de competitividade e ao insucesso, podendo inclusive cessar suas operações.

REFERÊNCIAS

ABEV – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO VEÍCULO ELÉTRICO. **Incentivos Governamentais Para Veículos Elétricos.** 2011. Disponível em: <<http://www.abve.org.br/destaques/2011/destaque11034.asp>> Acesso em: 14 abr. 2015

ABVE – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO VEÍCULO ELÉTRICO. **O que é frenagem regenerativa?** 2010. Disponível em: <<http://www.abve.org.br/PF/ExibePF.asp?codigo=0009>> Acesso em: 15 de mai. de 2015.

ADEME – AGENCE DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA MAÎTRISE DE L'ÉNERGIE. **Histoire du Développement en France du Véhicule Électrique.** 2010. Disponível em: <http://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/72285_ademe_histoire_du_ve_pageapage.pdf> Acesso em 22 de mai. de 2015.

ARB – AIR RESOURCES BOARD. **Presentation: 11-2003 Part 2 ZEF History Slides 21-30.** 2003. Disponível em: <<http://www.arb.ca.gov/msprog/zevprog/factsheets/tutorial/2history21thru30.pdf>> Acesso em: 21 de mai. de 2015

ARRUDA, T. A. **Arquitetura de Hardware e Software para Supervisão e Controle de um Carro Autônomo.** 2012. Disponível em: <<http://www.ppgee.ufmg.br/defesas/195M.PDF>> Acesso em 15 de mai. de 2015.

AtomRA. **Energia Solar Fotovoltaica.** S.d. Disponível em: <<http://www.atomra.com.br/energia-solar-fotovoltaica/>> Acesso em 16 de mai. 2015.

BAHIA, LUIZ DIAS; DOMINGUES, EDSON PAULO. **Estrutura de Inovações na Indústria Automobilística Brasileira.** Brasília, Secretaria de Assuntos Estratégicos da Presidência da República, IPEA. Texto para Discussão número 1472. 2010.

BAHIA. Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Mudanças Climáticas e Biodiversidade. Bahia Viva, Salvador, ano II, n.4, out. 2005.

BARAN, R.; LEGEY, L. F. L. **Veículos Elétricos: História e Perspectivas no Brasil**. Brasília. Automotivo, BNDES Setorial 33, p. 207-224. 2010. Disponível em: <<http://www.bndes.gov.br/bibliotecadigital>> Acesso em 16 abr. 2015

BARAN, RENATO. **A Introdução de Veículos Elétricos no Brasil: Avaliação do Impacto No Consumo de Gasolina e Eletricidade**. 2012. Disponível em: <<http://www.ppe.ufrj.br/pppe/production/tesis/baran.pdf>> Acesso em 14 de mai. de 2015.

BARBIERI, J. C. et all. **Inovação e Sustentabilidade: Novos Modelos e Preposições**. RAE. São Paulo, v. 7, n. 2, p. 146-154, abr/jun. 2010.

BARBIERI, J. C. **Organizações inovadoras sustentáveis**. 2007. In: BARBIERI, J. C; SIMANTOB, M. Organizações inovadoras sustentáveis: uma reflexão sobreo futuro das organizações. São Paulo, Atlas, 2007.

BARROS, LEONARDO LEHMANN. **Requisitos de Fornecimento de Energia Elétrica em Postos de Serviço de Recarga de Veículo Elétrico Através de Painéis Fotovoltaicos e Concessionária de Energia**. 2013. Disponível em: <http://nupet.daelt.ct.utfpr.edu.br/tcc/engenharia/doc-equipe/2012_2_04/2012_2_04_proposta.pdf> Acesso em: 15 de mai. de 2015.

BASTOS, VALÉRIA DELGADO. **Etanol, Alcoolquímicas e Biorrefinarias**. BNDES Setorial, Rio de Janeiro, n. 25. 2007. Disponível em: <https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/2527/1/BS%2025%20Etanol%2c%20Alcoolqu%3%ADmica%20e%20Biorrefinarias_P.pdf> Acesso em: 13 abr. 2015.

BECKER, MARINA MIOTTO. **Concorrência e Inovação Tecnológica em Schumpeter e na Abordagem Neo-Schumpeteriana**. Porto Alegre: UFRS, 2009. 65 p. Trabalho de Conclusão. Departamento de Ciências Econômicas, Faculdade de Ciências Econômicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.

BEIRAL, P. R. S.; SANTOS, J. A. **Pré-sal: Produção de Gasolina e suas Relações com o Etanol – Uma Análise de Equilíbrio Geral**. in: Sociedade Brasileira de Economia Administração e Sociologia Rural. Campo Grande. 48º Congresso da SOBER. 2010.

BRASIL. Lei nº 10.973, de 2 de dezembro de 2004.

CAISSE DES DÉPÔTS. **Ville de Demain**. 2014. Disponível em:<
http://www.caissedesdepots.fr/activite/domaines-daction/investissements-davenir/ville-de-demain-1000-meur.html?tx_lpcookies_cookiesnotification%5Baction%5D=accept&tx_lpcookies_cookiesnotification%5Bcontroller%5D=CookiesNotification&cHash=d0944ff78ee009abafeeb6079563eb08> Acesso em 8 fev. 2015. 2014.

CALEF, D.; GOBLE, R. **The allure of technology: How France and California promoted electric and hybrid vehicles to reduce urban air pollution**. Policy Sci. Springer Science. 2007.

CÂMARA DOS DEPUTADOS. **PL 2092/2010**. Brasília, Atividade Legislativa, Projetos de Leis e Outras Proposições, 2015. Disponível em:<
<http://www.camara.gov.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=516874>> Acesso em: 15 abr. 2015.

CASTRO, B. H. R.; FERREIRA, T. T. **Veículos Elétricos: Aspectos Básicos, Perspectivas e Oportunidades**. 2010. Disponível em:<
https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/1764/1/BS%2032%20Ve%C3%ADculos%20el%C3%A9tricos%20aspectos%20b%C3%A1sicos%2c%20perspectivas_P.pdf>
 Acesso em: 14 de mai. de 2015

CGDD – COMMISSARIAT GÉNÉRAL AU DÉVELOPPEMENT DURABLE. **Les Véhicules Électriques en Perspective: Analyse Coûts-avantages et Demande Potentielle**. 2011. Disponível em:< <http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/ED41.pdf>>
 Acesso em: 22 de mai. de 2015.

CHAN, C. C. **The State of the Art of Electric, Hybrid and Fuel Cell Vehicles**. Proceedings of the IEEE. Vol. 95, N. 4, 2007.

CHRISTENSEN, THOMAS BUDE. **Modularised eco-innovation in the auto industry**. Journal of Cleaner Production. Elsevier, 2010.

CHRISTENSEN, THOMAS BUDDÉ; WELLS, PETER; CIPCIGAN, LIANA. **Can Innovative Business Models Overcome Resistance to Electric Vehicles?: Better Place and Battery Electric Cars in Denmark.** Elsevier. Energy Policy, 2012.

CLEVER. **CLEVER Paves the Way for Electric Cars in Denmark.** 2014. Disponível em:< https://www.clever.dk/media/145341/CLEVER_paves_the_way_for_electric_cars_in_Denmark.pdf> Acesso em: 12 de mai. de 2015.

COMISSÃO EUROPEIA. **Comunicação da Comissão ao Parlamento Europeu, ao Conselho e ao Comité Económico e Social Europeu.** 2010.

COUTINHO, L. G.; CASTRO, B. H. R.; FERREIRA, T. T. **Veículo Elétrico, Políticas públicas e o BNDES: Oportunidades e Desafios.** 2010.

DIAS, E. S.; KARASINSKI, C. A.; ROCHA, J. E. **Guia para Aplicação e Manutenção de Banco de Baterias.** 2003. Disponível em:< http://www.daelt.ct.utfpr.edu.br/engenharia/tcc/artigo_guia_aplicacao_baterias_2003.pdf> Acesso em 14 de mai. de 2015.

DIJIK, MARC; YARIME, MASARU. **The Emergence of Hybrid-electric Cars: Innovation Path Creation Through Coevolution of Supply and Demand.** Elsevier. Technological Forecasting & Social Change. 2010.

DOSI, G. **Sources, Procedures, and Microeconomic Effects of Innovation.** Londres: Macmillan, 1988.

DOSI, G. **Technical change and Industrial Transformation.** Londres: Macmillan, 1984.

ECOELÉTRICO CURITIBA. **Projeto: Conheça as Etapas.** Curitiba. Disponível em: <<http://www.ecoeletrico.curitiba.pr.gov.br/>> Acesso em: 16 abr. 2015

EMBAIXADA DA FRANÇA NO BRASIL. **A França é o Maior Mercado Europeu de Carros Elétricos.** République Française. Ministère des Affaires Étrangères et du Développement International. 2014. Disponível em:< <http://www.ambafrance-br.org/Um-numero-Um-fato-A-Franca-e-o>> Acesso em 8 fev 2015. 2014.

FERREIRA JÚNIOR, A. C.; HESPANHOL, A. N. **Os Efeitos das Políticas Voltadas ao Setor Sucroalcooleiro no Estado de São Paulo.** Presidente Prudente. Revista FCT Unesp, Geografia em Atos, n. 6, Volume 1. 2006.

FREYSSENET, M. La Seconde Révolution automobile est en cours! Trois scénarios de confrontation. In: Colloque International du GERPISA, 19., 2011, Paris. **Est-ce que la seconde révolution automobile est en cours?** Paris: GERPISA, 2011. p. 312.

FURTADO, A. **Difusão Tecnológica:** um Debate Superado? In: Pelaez, V. & Szmrecsányi, T. Economia da Inovação Tecnológica. Editora Hucitec, São Paulo, 2006, p.168-192.

FURTADO, C. **Formação Econômica do Brasil.** 2005. Disponível em:< https://cei1011.files.wordpress.com/2010/05/feb_celsofurtado.pdf> Acesso em 27 de mai. de 2015.

GABRIEL, LUCIANO F.; SCHNEIDER, ARIANE H.; SKROBOT, FABIANA C. C.; SOUZA, MARÍLIA DE. **Uma Análise Da Indústria Automobilística No Brasil E A Demanda De Veículos Automotores:** Algumas Evidências Para O Período Recente. Curitiba. Economia Industrial e da Tecnologia. Federação das Indústrias do Estado do Paraná. 2008.

GAO, P.; WANG, A.; WU, A. **China Charges up:** The Electric Vehicle Opportunity. McKinseys&Company, 2008.

GODOY, S. G. M.; PAMPLONA, J. B. **O Protocolo de Kyoto e os Países em Desenvolvimento.** São Paulo: Pesquisa e Debate, Vol. 18 n. 2, p. 329-353. 2007.

GRASSI, ROBSON ANTÔNIO. **Concorrência Schumpeteriana E Capacitações Dinâmicas:** Notas para uma Integração Teórica. Curitiba, VII Encontro Nacional de Economia Política. 2005.

HUO, H.; ZHANG, Q.; WANG, M. Q.; HE, K. **Environmental Implication of Electric Vehicles in China.** Environmental Science & Technology Vol. 44, N. 13. American Chemical Society, 2010.

IPCC – INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. **Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Drivers, Trends and Mitigation**, 2014. Disponível em:< <http://www.ipcc.ch/report/ar5/wg3/>> Acesso em 2 de mai. 2015

ITAIPU BINACIONAL. **Brasília Recebe Mais uma Etapa do Mob-i**. Sala de Imprensa. 2015. Disponível em: <<http://www.itaipu.gov.br/sala-de-imprensa/noticia/brasilia-recebe-mais-uma-etapa-do-mob-i?page=155>> Acesso em: 16 abr. 2015

JAZYNSKI, TIAGO; KOVALESKI, JOÃO LUIZ; BETIM, LEOZENIR MENDES. **Indústria Automobilística Brasileira: Uma Análise da Concentração Industrial**. Congresso Internacional de Administração. 2013.

KEMP, RENÉ; PEARSON, PETER. **Measuring Ecoinnovation: Final Report MEI Project About Measuring Ecoinnovation**. Deliverable 15, UM-MERIT, 2007. Disponível em:< <http://www.oecd.org/env/consumption-innovation/43960830.pdf>> Acesso em: 10 de mar. 2015

KEMP, RENÉ; SCHOT, JOHAN; HOOGMA, REMCO. **Regime Shifts to Sustainability Through Processes of Niche Formation: The Approach of Strategic Niche Management**. Technology Analysis & Strategic Management, Vol. 10, No. 2, 1998. Disponível em:< http://seg.fsu.edu/Library/Regime%20Shifts%20to%20Sustainability%20Through%20Processes%20of%20Niche%20Formation_%20The%20Approach%20of%20Strategic%20Niche%20Management.pdf>. Acesso em: 13 de mar. 2015.

KEMP, RENÉ; SOETE, LUC. **The Greening of Technologic Progress: An Evolutionary Perspective**. Elviesier, Futures, 1992.

KRÜGER, E. L. Uma Abordagem Sistêmica da Atual Crise Ambiental. Revista Educação e Tecnologia, p. 66-77. 2000.

LENZ, A. L. **Eletrônica de Potência e sua Aplicação: Uma Visão Geral**. 2013. Disponível em: < <http://www.ebah.com.br/content/ABAAAAdw4AE/eletronica-potencia-sua-aplicacao-visao-geral>> Acesso em 16 de mai. 2015.

MACLEAN, H. L., LAVE, L. B. **Evaluating Automobile Fuel/Propulsion System Technologies.** 2003.

MANSFIELD, E. **Technical Change and the Rate of Imitation.** *Econometrica*, outubro, pp.741-766. 1961.

MICHELS, L.; STEFANELLO, M.; GRÜNDLING, H. A. **Análise Comparativa de Controladores Repetitivos Modificados para Aplicação em Inversores PWM.** 2012. Disponível em: < http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-17592012000300002> Acesso em 15 de mai. de 2015.

MINISTÉRIO DA FAZENDA. **Medida Estimula a Competitividade do Setor de Etanol.** Brasília, 2013. Disponível em: <<http://www.fazenda.gov.br/>> Acesso em: 12 abr. 2015

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR. **Camex Reduz Imposto de Importação para Carros Híbridos.** Brasília, notícias. 2014. Disponível em: <<http://www.desenvolvimento.gov.br/portalmdic/sitio/interna/noticia.php?area=1¬icia=13405>> Acesso em: 15 abr. 2015.

MOCK, PETER; YANG, ZIFEI. **Driving Electrification: A Global Comparison Of Fiscal Incentive Policy For Electric Vehicles.** The International Council on Clean Transportation: White Paper, 2014. Disponível em:< http://www.theicct.org/sites/default/files/publications/ICCT_EV-fiscal-incentives_20140506.pdf> Acesso em: 12 fev. 2015.

MONTEIRO, ALINE GUIMARÃES. **Estratégia de Redução de Emissões de Poluentes no Setor de Transportes por Meio de Substituição Modal na Região Metropolitana de São Paulo.** Rio de Janeiro: UFRJ, 1998. 114 p. Tese (Pós-graduação) – Programa de Pós-Graduação de Engenharia, Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1998.

MOREIRA, H. M.; GIOMETTI, A. B. R. **O Protocolo de Quioto e as Possibilidades de Inserção do Brasil no Mecanismo de Desenvolvimento Limpo por meio de Projetos**

em **Energia Limpa**. 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/cint/v30n1/01.pdf> Acesso em: 16 de mai. de 2015.

NEGRI, FERNANDA DE; BAHIA, LUIZ; TURCHI, LENITA; NEGRI, JOÃO ALBERTO DE. **Determinantes Da Acumulação De Conhecimento Para Inovação Tecnológica Nos Setores Industriais No Brasil: Setor Automotivo**. Brasília: Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial, Estudos Setoriais de Inovação. 2008.

OECD – ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT. **Oslo Manual Guidelines For Collecting And Interpreting Innovation Data**. Organisation for Economic Co-operation and Development : Statistical Office of the European Communities, Paris. 2005.

PALAEZ, VICTOR. **Prospectiva Tecnológica**. In: Palaez, V. & Szmrecsányi, T. *Economia da Inovação Tecnológica*. Editora Hucitec, São Paulo, 2006.

PAMPLONA C. **Proálcool: impacto em termos técnico-econômicos e sociais do programa no Brasil**. Rio de Janeiro: Instituto do Açúcar e do Alcool; 1984.

PASSOS, CARLOS ARTUR KRÜGUER. **Informação e globalização na era do conhecimento**. Rio de Janeiro: Campus, 2003.

PATRÍCIO, O. **Meio Ambiente, Transportes e Poluição**. Lisboa, Universidade Técnica de Lisboa. 2011.

PERKOWSKI, J. **Electric Cars: A Review of 2014**. FORBES. 2014. Disponível em: <http://www.forbes.com/sites/jackperkowsky/2014/12/12/electric-cars-a-review-of-2014/> Acesso em: 16 de mai. de 2015.

PERROUX, F. **Qu'est-ce Qu'être Compétitif?**. In: Reiffers, J.L. (ed). *Economie et Finance Internationales*. Paris: Dunod, pp. 3-21. 1982.

PORTER, MICHAEL E. **Competição: Estratégias Competitivas Essenciais**. Tradução por Afonso Celso da Cunha Serra. Rio de Janeiro. Campus. 1999.

PORTER, MICHAEL E. **Location, Competition, and Economic Development: Local Clusters in a Global Economy**. Cambridge: Havard Business School, 2000.

POSSAS, MÁRIO LUIZ. **Estruturas de Mercado em Oligopólio**. Economia e Planejamento, São Paulo. Editora Hucitec, Segunda edição. 1990.

POSSAS, MÁRIO LUIZ; BALTAR, P. E. A. **Demanda efetiva e dinâmica em Kalecki**. Pesquisa e Planejamento Econômico. Rio de Janeiro: IPEA, v.11, n.1, abr, p.107. 1981.

POSSAS, SILVIA. **Concorrência e Competitividade: Notas Sobre Estratégia e Dinâmica Seletiva na Economia Capitalista**. Economia e Planejamento, São Paulo. Editora Hucitec. 1999.

QUEIROZ, SÉRGIO. **Aprendizado Tecnológico**. In: Palaez, V. & Szmrecsányi, T. Economia da Inovação Tecnológica. Editora Hucitec, São Paulo, 2006, p. 193-211.

REZENDE, SERGIO; MOTA, RONALDO; DUARTE, ADRIANO. **Os Veículos Elétricos e as Ações do Ministério da Ciência e Tecnologia**. 2010.

ROCHA, M. T. **Aquecimento global e o mercado de carbono: uma aplicação do modelo CERT**. 2003.

ROGERS, E. **Diffusion of innovations**. New York, Free Press, 2003.

SCHUMPETER, JOSEPH ALOIS. **Capitalism, Socialism and Democracy**. Londres, George Allen & Unwin. 1942.

SENADO FEDERAL. **PLS. Projeto de Lei do Senado, nº 255 de 2010**. Brasília, Portal Atividade Legislativa, Projetos e Matérias Legislativas, 2015. Disponível em: <http://www.senado.gov.br/atividade/materia/detalhes.asp?p_cod_mate=98179>
Acesso em: 15 abr. 2015.

SHIKIDA, P. F. A.; PEROSA, B. B. **Álcool Combustível no Brasil e Path Dependence**. Brasília, Revista Economia e Sociologia Rural, vol.50 no.2 Abr./Jun. 2012.

ŚLEDZIK, KAROL. **Schumpeter's View On Innovation And Entrepreneurship** in: Management Trends in Theory and Practice, Faculty of Management Science and Informatics & Institute of Management, University of Zilina. Ed. Stefan Hittmar. 2013.

TAVARES, MAURO C. **Gestão Estratégica**. São Paulo: Atlas. 2000.

THE DANISH ENERGY AGENCY. **Accelerating Green Energy Towards 2020**. The Danish Energy Agreement of March 2012. Copenhagen: Ministry of Climate, Energy and Building. Disponível em:

http://www.ens.dk/Documents/Netboghandel%20%20publikationer/2012/accelerating_green_energy_towards_2020.pdf> Acesso em 8 fev 2015. 2012.

THE DANISH ENERGY AGENCY. **Energy Statistics 2009, Copenhagen**: The Danish Energy Agency, Ministry of Climate and Energy. 2010

THE DANISH ENERGY AGENCY. **Energy statistics 2010, Copenhagen**: The Danish Energy Agency, Ministry of Climate and Energy. 2011

UNFCCC – UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE (UNFCCC). **Status of Ratification**. 2004.

UTTERBACK J. M. **Mastering The Dynamics Of Innovation**. Boston, MA: Harvard Business School Press. 1996.

VASCONCELLOS, E. A. **Transporte Urbano nos Países em Desenvolvimento**: Reflexões e Propostas. São Paulo, FAPESP. Editora Unidas. 1996.

VELLOSO, J. P. R. **Introdução**: Estratégia de Implementação do Carro Elétrico no Brasil. 2010 in: VELLOSO, J. P. R. **Estratégia de Implementação do Carro Elétrico no Brasil**: Versão Preliminar. Rio de Janeiro. INAE - Instituto Nacional de Altos Estudos, Fórum Nacional. 2010.

WENDT, H.; GÖTZ, M.; LUNARDI, M. **Tecnologia de Células à Combustível**. 1999. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/qn/v23n4/2655.pdf>> Acesso em 14 de mai. 2015.

ZAPATA C.; NIEUWENHUIS P. **Driving on solar liquid energy** – the Brazilian experience with biofuels. *Business Strategy and the Environment*. doi:10.1002/bse. 2008

ZAPATA, CLOVIS; NIEUWENHUIS, PAUL. **Exploring Innovation In The Automotive Industry: New Technologies For Cleaner Cars**. Elsevier. *Journal of Cleaner Production*. 2010.