

# **Políticas de ciência, tecnologia e inovação para mudanças climáticas no estado de São Paulo<sup>1</sup>**

**Paula F. Drummond de Castro, Departamento de Política Científica e Tecnológica, Instituto de Geociências, UNICAMP, e-mail: paulafdc@gmail.com**

**André Tosi Furtado, Departamento de Política Científica e Tecnológica, Instituto de Geociências, UNICAMP, e-mail: furtado@ige.unicamp.br**

## **Sumário**

A Política Estadual de Mudanças Climáticas de São Paulo foi criada em 2009 visando incentivar o desenvolvimento de uma economia de baixo carbono. A política propõe como objetivo a redução quantitativa de 20% das emissões de gases com efeito de estufa até 2020 (em relação à 2005). De acordo com essa política, um plano de inovação tecnológica está previsto para permitir um ambiente para a promoção de uma economia de baixo carbono. Quais devem ser os princípios norteadores para embasar este plano? Quais os passos para elaborá-lo? Este trabalho tem como objetivo propor um roteiro para a elaboração deste plano. O roteiro é baseado em três princípios. O primeiro deles é a combinação de aspectos da política e mudança tecnológica. O segundo princípio é a construção de uma visão de futuro para os próximos 10 anos. O terceiro prevê a ampla participação de diferentes setores. Estes princípios embasam estratégias setoriais que irão compor o plano. Por meio desta abordagem, acreditamos ser possível fomentar um ambiente para impulsionar mudanças tecnológicas direcionadas para uma economia de baixo carbono.

## **Abstract**

The State Policy of Climate Change in Sao Paulo was established in 2009 aiming at fostering the development of a low carbon economy. The policy proposes a quantitative target of reducing 20% of greenhouse gases emissions up to 2020 (compared to the 2005). According to this policy, a plan of technological innovation is previewed to enable an environment for the promotion of a low carbon economy. What should be the guiding principles to support this plan? What are the steps to design it? This paper aims at proposing a guide to prepare this plan. The guide is based on three principles. The first one is the combination of policy aspects and technological change. The second focuses on establishing a vision of future for the next 10 years. The third one is the wide participation of different sectors. These principles base sectors strategies that will compose the whole plan. Through this framework, we believe to enable an environment for fostering technological changes in Sao Paulo State driven to a low carbon economy.

## **1. Introdução e objetivos**

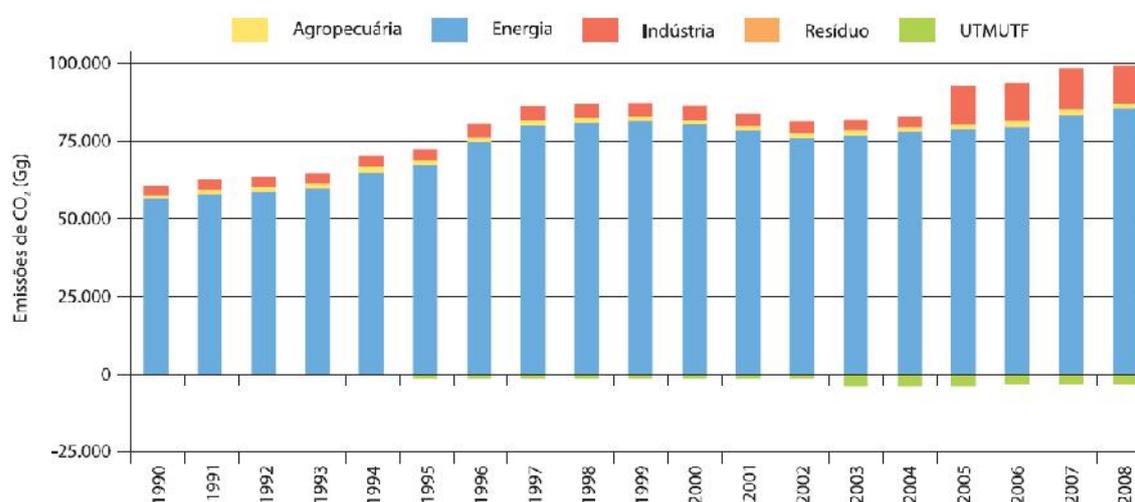
Em decorrência da tomada de consciência sobre as mudanças climáticas e de suas causas antrópicas, as sociedades contemporâneas e os seus governantes têm sido chamado a

---

<sup>1</sup> O presente trabalho contou com o apoio financeiro da FAPESP (projeto 2011/20498-8)

assumir posições e a propor políticas que tentem de um lado mitigar as causas humanas para a emissão de gases de efeito estufa e por outro adaptar essas mesmas sociedades às inevitáveis transformações que irão ocorrer no clima. No que tange ao primeiro aspecto, diversas instâncias internacionais, nacionais e até mesmo estaduais tem proposto metas futuras de redução das emissões de gases de efeito estufa. O Estado de São Paulo (Brasil) aprovou a Lei Estadual nº 13.798, de 9 de novembro de 2009 (São Paulo, 2009), que dispõe sobre a Política Estadual de Mudanças Climáticas do Estado e propõe uma redução das emissões de GEE (Gases do Efeito Estufa) em 2020 de 20% em relação ao nível alcançado em 2005.

Não se trata de uma meta muito simples de ser alcançada, pois a tendência das emissões tem crescido ano a ano. No Estado de São Paulo, a maior parcela das emissões líquidas estimadas de CO<sub>2</sub> é proveniente do Setor Energético, que representou 84,7% das emissões de GEE em 2005, seguido pela Indústria, com 13,7% das emissões. O Setor Agropecuário contribuiu com 1,6% das emissões de CO<sub>2</sub>. O Setor de Uso da Terra, Mudança de Uso da Terra e Florestas (UTMUTF), contribuiu com as remoções de CO<sub>2</sub>, que, em 2005, foram de 3.918 GgCO<sub>2</sub> (CETESB, 2011), conforme ilustrado na Figura 1 a seguir.



**Figura 1 – Emissões de CO<sub>2</sub> no Estado de São Paulo (Gg). UTMUTF= Uso da Terra, Mudança de Uso da Terra e Florestas. Fonte: Cetesb (2011)**

Trata-se de uma meta bastante audaciosa, pois diferentemente da nacional que é em termos relativos, se comprometendo a reduzir voluntariamente a emissão de GEE em 36,1% a 38,9% até 2020 em relação ao que poluiria se nada fosse feito, a meta paulista refere-se a um valor absoluto de menos 20% do nível em 2005. Embora a cifra paulista seja menor, ela representa um esforço significativamente maior por conta da maior parcela de contribuição das emissões dos setores de energia e industrial, e também por que ela está em valores absolutos. Esse esforço aumentará quanto maior for o crescimento da economia no período.

O Governo Federal tem como foco a redução do ritmo de desmatamento do país, que contempla praticamente dois terços da meta, já para o Estado de São Paulo, que conta com poucas florestas nativas, essas metas terão que ser cumpridas necessariamente com o aumento da eficiência energética, com a substituição do consumo de energias fósseis por energias renováveis e pela redução de emissões de GEE em atividades agrícolas.

Embora o Estado de São Paulo reúna uma parcela significativa da produção científica brasileira e que mais da metade das atividades de P&D das empresas seja executada em

seu solo, isto não se reflete ainda numa liderança de tecnologias redutoras de emissões de GEE, a não ser no caso do bioetanol. Para alcançar a meta postulada pelo Estado, um esforço muito mais amplo em um número muito maior de tecnologias terá que ser feito.

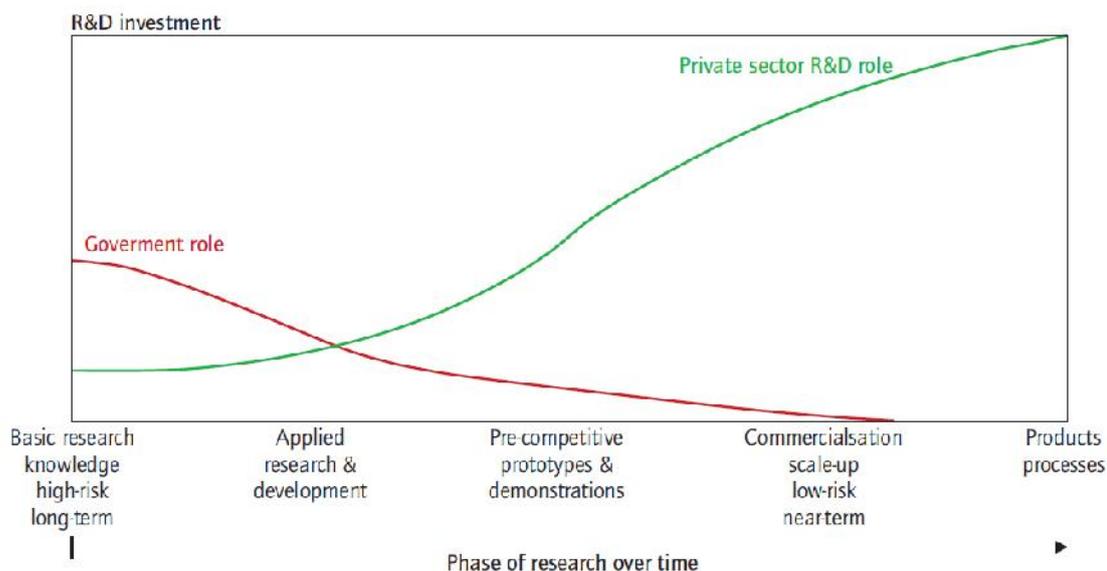
Neste contexto, a política científica e tecnológica constitui-se em um importante instrumento para atingir tais metas. Dentre as medidas adotadas foi previsto um Plano Estadual de Inovação Tecnológica e Clima, regulamentado pelo artigo 35 do Decreto nº 55.947/2010 (São Paulo, 2010), no âmbito das regulamentações da Política Estadual de Mudanças Climáticas. A elaboração do Plano Estadual de Inovação Tecnológica e Clima ficou a cargo da Secretaria de Desenvolvimento, juntamente com a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo - FAPESP e outros órgãos e entidades da administração direta e indireta.

Neste sentido, quais devem ser os princípios norteadores para embasar este plano? Quais os passos para elaborá-lo? O Plano de Inovação Tecnológica e Clima ainda não foi elaborado. O objetivo deste artigo é contribuir para apontar um caminho para a elaboração de um plano de inovação que tenha a finalidade promover a redução das emissões de gases de efeito estufa no Estado de São Paulo com horizonte para os próximos 10 anos, que contemple metas quantitativas para as fontes renováveis e a conservação de energia. É apresentado um roteiro que não pretende ser prescritivo, mas que possa servir como uma sugestão para o desenvolvimento de um processo consistente, transparente e lógico de um plano de inovação para mudanças climáticas do Estado de São Paulo.

O texto está dividido em cinco sessões, incluindo esta introdução. O próximo item discute a perspectiva do papel do governo no desenvolvimento tecnológico em um cenário de elevados índices de emissões de GEE (Gases de Efeito Estufa). A terceira sessão apresenta as diretrizes metodológicas adotadas para o desenvolvimento do roteiro. A quarta sessão trata da elaboração das estratégias setoriais de inovação tecnológica e clima, da questão do monitoramento, da estrutura de governança e de fontes de recursos tanto para a elaboração quanto da implantação do Plano. Por fim, a quinta e última sessão apresenta as conclusões do trabalho.

## **2. O Governo como indutor de mudanças tecnológicas**

O Governo é um ator central para o desenvolvimento de tecnologias redutoras de emissões de GEE. Ainda que o setor empresarial seja, em última instância, o responsável pela introdução das inovações no mercado, cabe ao Estado um importante papel de indutor e coordenador desse processo. A Figura 2 abaixo ilustra o papel ideal do governo e do setor privado ao longo do tempo de maturação da tecnologia.



**Figura 2 – ilustração do papel do governo e do setor privado nas fases de pesquisa e desenvolvimento ao longo do tempo. Fonte: IEA (2007).**

Neste modelo o governo participa mais ativamente nas fases iniciais de pesquisa básica, nas quais o risco de investimento do setor privado é maior, mas, ao longo do tempo, vai gradativamente minimizando a sua atuação até chegar às etapas de comercialização dos produtos.

O papel do governo é tão mais necessário quanto maior for a mudança em jogo. No caso das tecnologias redutoras de emissões de GEE, existe um enorme desafio porque se trata de uma alteração profunda do paradigma dominante em matéria de energia, baseado quase completamente nas energias fósseis (Unruh e Carrillo-Hermosilla, 2006). Trata-se de sair de um *lock in* centrado nas energias fósseis e transitar para novos sistemas tecnológicos apoiados em energias renováveis (Jacobsson e Johnson, 2000).

Os desafios colocados por essa transição tecnológica não são desprezíveis. Cabe ao Governo liderar essa transição, ainda que esse papel não possa ser concebido como a reprodução de desafios do passado, como foi o desenvolvimento da Bomba Atômica (Mowery et al., 2010). Diversos trabalhos apontam para um nível de intervenção pública em que se combinam diversas modalidades de políticas, que podem ser separadas em políticas da oferta (*technology push*) com políticas da demanda (*demand pull*) (Nemet, 2009a).

As políticas de promoção de energias renováveis e de tecnologias mitigadores de emissões de GEE se desenvolveram muito em países desenvolvidos, principalmente nos países mais desenvolvidos da Europa, nos Estados Unidos e no Japão. Contudo, alguns países em desenvolvimento ocupam uma posição de destaque. O Brasil, com o Pró-álcool, desenvolveu o primeiro programa de energia renováveis de grande escala para substituir os combustíveis fósseis no setor de transportes. As políticas dos países desenvolvidos em matéria de energias renováveis são mais recentes, no entanto mais contemporâneas porque introduzem crescentemente o papel do mercado.

Essas políticas públicas não podem ser apenas centradas no Governo Central. A experiência internacional revela que Estados mais ricos e desenvolvidos de países de grandes dimensões ou federalizados podem exercer uma liderança no processo de inovação de um país. O exemplo do Estado da Califórnia é sempre citado em diversos trabalhos por suas políticas de promoção de energias renováveis e de eficiência energética.

O Estado de São Paulo apresenta, até em maior intensidade que a Califórnia, uma posição de liderança no plano nacional, como revela a meta específica desse Estado para mudança climáticas, assim como em diversos outros aspectos mencionados anteriormente, como liderança científica e tecnológica, peso econômico e recursos do Governo estadual para investimentos em CT&I (Carvalho et al., 2001). Contudo, cabe se questionar qual pode ser a efetividade das políticas públicas estaduais em um contexto em que o Governo Federal e suas políticas são mais abrangentes e dispõe de um maior volume de recursos. Convém, nesse contexto, conceber um plano de inovação tecnológica que seja capaz de adicionar-se e complementar-se à política federal entre outras características.

Um estudo da International Energy Agency - IEA (2007) sobre as políticas de P&D para tecnologias de energia definiu um conjunto de elementos e procedimentos que podem contribuir para uma política efetiva de P&D. São estes:

- Clara definição do papel do governo
- Estratégia nacional de energia (diretrizes políticas e metas)
- Acompanhamento da estratégia de PDI
- Financiamento adequado e estável
- Priorização de P&D e avaliações de processos bem definidas e transparentes
- Envolvimento de *stakeholders* na definição de prioridades e avaliação
- Articulação com as estratégias nacionais de CTI
- Articulação com as estratégias nacionais de comércio e desenvolvimento
- Parcerias público-privadas
- Estratégias para colaboração internacional de P&D

Considerando o protagonismo do papel do governo como indutor de mudanças tecnológicas por meio de políticas de inovação tecnológica e a imperativa necessidade de se desenvolver um Plano de Inovação Tecnológica e Clima para o Estado de São Paulo, o roteiro aqui apresentado buscou combinar a especificidade de diferentes setores (Energia, Processos Industriais, Agropecuária, Resíduos e UTMUTF) e o desafio de reposicionar o desenvolvimento tecnológico diante de um cenário de aquecimento global.

### **3. Diretrizes metodológicas do roteiro**

O roteiro foi desenvolvido tomando como base três diretrizes: a primeira é a combinação de instrumentos de inovação como indutores de mudança tecnológica, ou seja, que o conjunto de políticas e incentivos geram um ambiente favorável para conduzir a mudança tecnológica para um objetivo fim desejado. Em um sentido mais amplo, trata-se da combinação de políticas do tipo *demand pull* e *technology push* visando o desenvolvimento de tecnologias que contribuam para alcançar a meta postulada. Esta diretriz é baseada nos preceitos de que o governo é um agente indutor de mudanças e isso se reforça quando se trata de mudança de paradigma energético (Mowery et al., 2010; Nemet, 2009a). A segunda diretriz é a concepção de uma visão de futuro direcionada para a consecução da meta estabelecida na PEMC. Esta diretriz advém da própria característica das metas comprometidas pelo Estado paulista. Para isto, é necessário lançar mão de ferramentas de prospecção de futuro que auxiliam no planejamento em longo prazo e apontam o caminho a ser trilhado até este objetivo levando em conta o grau de maturidade de cada tecnologia/setor. Por fim, a terceira diretriz diz respeito à ampla participação de diferentes

setores da sociedade em cada uma das etapas do roteiro para aprimorar e sobretudo, legitimar o processo.

Baseado nessas diretrizes, nos elementos apontados nos estudos do IEA (2007) e nos requisitos descritos no artigo 35 do Decreto que dispõe sobre Plano<sup>2</sup> foram elaboradas etapas para a consolidação do Plano de Inovação Tecnológica e Clima do Estado de São Paulo. As etapas conciliam especificidades dos setores emissores de GEE e questões que se sobrepõem a cada um destes setores, como monitoramento, estrutura de governança e fontes de recursos.

Cabe destacar que o roteiro foi concebido para ser desenvolvido considerando cinco setores emissores de GEE: Energia; Processos industriais e Uso de solventes e outros produtos; Agropecuária; Resíduos; Uso da Terra, Mudança no Uso da Terra e Florestas<sup>3</sup>. Estes setores são consagrados em âmbito nacional e internacional (IPCC, 1997; 2000 e 2006; Brasil, 2010) e também monitorados pelo inventário de emissões de GEE da Comunicação Estadual<sup>4</sup>, documento oficial da PEMC.. O Quadro 1 abaixo indica quais setores e subsetores estão incluídos em cada um deles.

**Quadro 1 – Setores considerados para a elaboração do Roteiro para Elaboração do Plano de Inovação Tecnológica de São Paulo**

<b>Setor de Energia</b>	Composto pelos setores: “Queima de combustíveis”, contemplando os subsetores “Energético” (produção de energia secundária), “Indústrias de transformação e de construção” e “Transporte”, além do subsetor “Outros”, para os demais casos, e “Emissões fugitivas de combustíveis”, contemplando os subsetores “Combustíveis sólidos”, “Petróleo e gás natural” e “Outros”;
<b>Processos industriais e Uso de solventes e outros produtos</b>	Composto pelos setores “Produtos minerais”, “Indústria química”, “Produção de metais”, “Outras produções”, “Produção de halocarbonos e hexafluoreto de enxofre”, “Consumo de halocarbonos e hexafluoreto de enxofre” e “Outros”;
<b>Agropecuária</b>	Composto pelos setores “Fermentação entérica”, “Tratamento de dejetos”, “Cultivo de arroz”, “Solos agrícolas”, “Queimadas proibidas”, “Queima de resíduos agrícolas” e “Outros”;
<b>Resíduos</b>	Composto pelos setores “Resíduos sólidos”, “Efluentes líquidos” e “Efluentes industriais”;
<b>Uso da Terra, Mudança no Uso da Terra e Florestas (UTMUTF)</b>	As estimativas são baseadas na soma das áreas que permaneceram com o mesmo uso (nos casos em que houve mudança no estoque de carbono) e daquelas que foram convertidas para outros usos. São estimadas as mudanças de estoque de carbono da mata acima do solo, do carbono das raízes e do carbono do solo

Para cada um destes setores há níveis distintos de informação, desenvolvimento tecnológico, instrumentos de incentivos e coercitivos. Suas demandas são próprias. Em um

<sup>2</sup> De acordo com a regulamentação, o Plano deve contar no mínimo com os seguintes itens, a saber: 1) diagnóstico da situação atual, incluindo indicadores de desempenho e barreiras para a inovação; 2) mecanismos para integração com o setor empresarial e transferência de tecnologia, assegurada a participação da sociedade civil; 3) mecanismos de inovação tecnológica, principalmente em energia, processos industriais, agropecuária e resíduos; 4) metas e prazos, bem como programa de monitoramento dos indicadores; 5) mecanismos para promover a competitividade de bens e serviços ambientais paulistas nos mercados interno e externo

<sup>3</sup> Os primeiros quatro setores estão previstos no artigo 7º da PEMC. A inclusão do Setor de Uso da Terra, Mudança do Uso da Terra e Florestas visa a adequação do documento ao método do IPCC adotado tanto nacional quanto internacionalmente.

<sup>4</sup> De acordo com a PEMC (Lei Nº 13.798/2009), Comunicação Estadual é o “documento oficial do Governo sobre políticas e medidas abrangentes para a proteção do sistema climático global, tendo como núcleo o inventário de emissões antrópicas de gases de efeito estufa no território paulista, inclusive as fontes, sumidouros e reservatórios significativos”.

primeiro momento, é preciso pensar separadamente cada um destes setores, identificando suas lacunas e aprimorando instrumentos políticos já existentes.

Neste sentido, é proposto um roteiro para orientar a construção de estudos específicos para cada setor do Plano. Estes estudos setoriais foram chamados neste roteiro de “Estratégias Setoriais de Inovação Tecnológica e Clima” (ESITC). Estas estratégias, em conjunto com outros itens, compõem o que se concebe neste roteiro como Plano Estadual de Inovação Tecnológica e Clima.

Assim, o Plano de Inovação Tecnológica e Clima fica composto pelos seguintes elementos, conforme apresentado pela figura 4 abaixo:

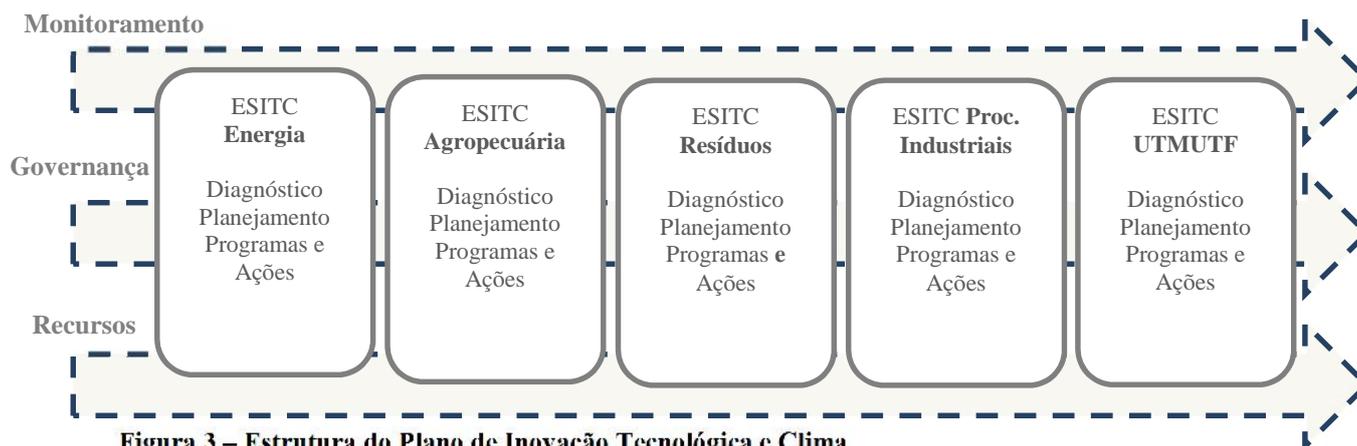


Figura 3 – Estrutura do Plano de Inovação Tecnológica e Clima

Como ponto de partida, sugere-se a criação de um Grupo de Trabalho do Plano de Inovação Tecnológica e Clima, formado preferencialmente por

- representantes da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo - FAPESP
- representante da CETESB (Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental)
- especialistas de cada setor (Energia, Agropecuária, Resíduos, Processos Industriais e UTMUTF)

Este Grupo de Trabalho fica responsável por articular a elaboração das Estratégias Setoriais com a colaboração de outros especialistas ao longo do processo. O Grupo de Trabalho deve montar uma equipe que idealmente deve atuar nas três etapas de desenvolvimento de cada Estratégia Setorial. O Grupo de Trabalho deverá ser designado pelo Comitê Gestor da Política Estadual de Mudanças Climáticas (ver item *Estrutura de Governança*)

Na sequência são apresentadas as definições e orientações gerais que auxiliam na construção de cada um destes elementos. Como forma de auxiliar a aplicação do roteiro, este foi organizado na forma de uma lista de perguntas-chave que visa reunir conteúdo para a elaboração da Estratégia Setorial.

## 4. Construção do plano de inovação tecnológica e clima

### 4.1. Estratégia setorial de inovação tecnológica e clima

Dada a heterogeneidade existente para cada um dos setores emissores de GEE, tanto em nível de desenvolvimento tecnológico, quanto em nível de incentivos e instrumentos

coercitivos, é preciso pensar em um plano que consiga abranger as especificidades setoriais e complemente cada um dos setores. Por esta razão, a estratégia setorial tem como objetivo de fazer uma caracterização do setor bem como de propor mecanismos complementares de redução de GEE.

A elaboração da Estratégia Setorial prevê três etapas: I) diagnóstico; II) planejamento prospectivo e III) programa e ações setoriais.

#### I. Diagnóstico do setor

Etapas que consiste em uma caracterização e identificação dos principais aspectos a serem considerados na elaboração da Estratégia Setorial e que subsidiarão as etapas posteriores. Nesta etapa são propostos os seguintes itens: a) Perfil das emissões e de absorção por sumidouros de GEE, b) Portfólio das principais tecnologias existentes, c) Mecanismos de inovação tecnológica e d) Atores. Estes itens não pretendem esgotar o assunto. Caso o grupo de Trabalho julgue pertinente deve incluir mais itens.

##### *a) Perfil das emissões e de absorção por sumidouros de GEE*

Consiste no levantamento e caracterização das emissões de GEE por setor no Estado de São Paulo. Para esta etapa o documento consagrado para consulta é a Comunicação Estadual (CETESB, 2011), especificamente o *Inventário de Emissões Antrópicas de Gases de Efeito Estufa Diretos e Indiretos do Estado de São Paulo*, cuja periodicidade deve ser quinzenal<sup>5</sup>, conforme sugerido pelo IPCC. Outros documentos oficiais devem auxiliar na constituição deste perfil, tais como os citados na relação dos Relatórios de Referência e suas entidades responsáveis, que agregam o conjunto das informações do 1º Inventário de emissões antrópicas de gases de efeito estufa diretos e indiretos do Estado de São Paulo (CETESB, 2011, p.xxiii).

##### **Perguntas-chave:**

- Tendo em vista as emissões de GEE de cada setor, quais os principais desafios tecnológicos que se apresentam?

##### *b) Portfólio das principais tecnologias existentes*

Este item visa primeiramente conhecer o portfólio das principais tecnologias utilizadas em cada setor. Em um segundo momento, levantar quais os aprimoramentos necessários para tornar estas tecnologias instrumentos mais eficientes ou criar novas tecnologias voltadas para atingir as metas estabelecidas na PEMC.

##### **Perguntas-chave:**

- Quais as principais tecnologias existentes no Setor?
- Quais os aprimoramentos necessários para tornar estas tecnologias mais performantes e atingir as metas estabelecidas na PEMC?
- Quais novas tecnologias podem ser criadas para atingir as metas estabelecidas na PEMC?

---

<sup>5</sup> A última versão é de 2011, com dados históricos até 2008.

### c) *Mecanismos de inovação tecnológica*

Envolve a identificação de iniciativas em um sentido amplo, ou seja, políticas, programas, planos nacionais e estaduais, mecanismos de incentivo à inovação tecnológica e seus pontos de intersecção com o tema de mudanças climáticas. O objetivo é estimar o esforço nacional/estadual na cobertura de cada setor, e assim, alinhar ações pretéritas com a Estratégia Setorial. A ideia deste mapeamento inicial é identificar lacunas e posteriormente elaborar programas e ações que tenha um caráter de complementariedade das iniciativas nacionais e estaduais já existentes.

Uma abordagem que pode contribuir para a complementariedade dos mecanismos de incentivos à inovação tecnológica é categorizá-los em dois tipos: *Demand-pull* e *Technology push*. A perspectiva *demand pull* procura induzir as empresas a gerar inovações criando mercados para novas tecnologias. Alguns instrumentos desta natureza são: políticas de propriedade intelectual, taxas de crédito, descontos para consumidores, encomendas do governo, sobretaxar tecnologias concorrentes, tarifas do tipo *feed-in*, certificações de qualidade (Nemet, 2009a; 2009b). A perspectiva do tipo *technology push* têm em suas bases o pressuposto de que a inovação é uma cadeia de eventos sequenciais, começando com a pesquisa básica, pesquisa aplicada, desenvolvimento experimental, indústria, e, finalmente, o mercado. Esta perspectiva procura induzir setor privado a gerar inovação em tecnologia. Os instrumentos de *technology push* são financiamento público da P&D e créditos fiscais para as empresas investirem em P & D. Externalidades como o transbordamento de conhecimento fornecem a justificativa mais importante para essas ações (Nemet, 2009b). Há o consenso que a coexistência destas duas perspectivas nos instrumentos de inovação tecnológica é o ideal para a alavancagem de uma política de inovação consistente e duradoura. Este tipo de abordagem também permite visualizar as barreiras existentes para a inovação em cada um dos setores.

Para isso, indicamos a investigação das iniciativas do BNDES, FNDCT, Agências reguladoras, FAPESP, CNPq, além das políticas e planos de governo, dentre as quais a *Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação 2012 – 2015*, que posiciona o tema de energia renovável e mudanças climáticas no desafio de fomento da economia verde.

Por exemplo, para o estudo dos mecanismos de inovação tecnológica do Setor de Energia, subsetor Energético (fontes secundárias), especificamente o etanol, há uma diversidade de financiamentos para a pesquisa e desenvolvimento (a saber, o Programa de Energia Alternativas do BNDES e BIOEN da Fapesp dentre outros), além de incentivos do governo para o consumo do combustível. Neste caso há um equilíbrio entre instrumentos do tipo *demand pull* e *technology push*, embora não signifique este subsetor tenha superado seus próprios desafios (como desenvolver o etanol de segunda geração). Já no caso do biodiesel, observou-se que embora haja um esforço do governo em criar mercado, portanto políticas do tipo *demand pull* para este combustível menos poluente (por meio de financiamento da produção; percentual de mistura obrigatória; leilões; selo social; isenção fiscal) a concorrência com outras indústrias (como alimentos, cosméticos e petrodiesel) impediu o crescimento deste setor. Neste caso, há de se conferir se não há uma lacuna em questões relacionadas a políticas do tipo *technology push*.

O setor de Resíduos que conta com os instrumentos da Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305/10), que dentre outros objetivos visa auxiliar o Brasil a atingir as metas do Plano Nacional sobre Mudança do Clima reciclando 20% dos resíduos em 2015 e incentivar o aproveitamento energético do biogás de aterro sanitário. Este Setor também conta com a Política Estadual de Resíduos Sólidos (Lei Estadual nº 12.300/06 e Decreto nº 54.645/09), no entanto esta última não trata explicitamente da questão de mudanças

climáticas ou aproveitamento energético, embora haja outras iniciativas no Estado como a criação da Secretaria Estadual de Energia que também aborda a geração de energia renovável a partir de resíduos sólidos.

Como se pode observar, há uma gama de informações de naturezas diferentes que englobam este item. Por essa razão, pode se observar uma heterogeneidade entre os Setores na composição de cada Estratégia Setorial. Algumas questões-chave são apresentadas abaixo a fim de orientar a elaboração deste item.

**Perguntas-chave:**

- Existem Políticas, Planos ou Estratégias (nacional e/ou estadual) que abrangem a temática do setor e questões relacionadas a mudanças climáticas, eficiência energética ou redução de emissão de GEE?
- Existem financiamentos não reembolsáveis (nacional e/ou estadual) para a P&DI que abrangem a temática do setor e questões relacionadas a mudanças climáticas, eficiência energética ou redução de emissão de GEE?
- Existem linhas de crédito (nacional e/ou estadual) para a P&DI que abrangem a temática do setor e questões relacionadas a mudanças climáticas, eficiência energética ou redução de emissão de GEE?
- Existe algum tipo de subsídio (nacional e/ou estadual) para a P&DI que abrange a temática do setor e questões relacionadas a mudanças climáticas, eficiência energética ou redução de emissão de GEE?
- Existem investimentos públicos na capacitação e treinamento em PD&I para atuar com a temática do setor?
- Há equilíbrio entre instrumentos de inovação tecnológica do tipo *demand pull* e *technology push* no Setor?
- Quais são as barreiras para a inovação em cada um dos setores?
- Há mecanismos para integração com o setor empresarial e transferência de tecnologia satisfatórios para cada setor?
- Há mecanismos para promover a competitividade de bens e serviços ambientais paulistas nos mercados interno e externo?
- Há necessidade de se criar novos mecanismos de inovação tecnológica para o setor considerando as mudanças tecnológicas necessárias para a redução da emissão de CO<sub>2</sub>?

*e) Atores*

Este item visa identificar os principais atores do governo, área acadêmica, empresas e terceiro setor que estão diretamente envolvidos com o Setor em questão. Estes atores devem participar da discussão da elaboração Estratégia Setorial de Inovação Tecnológica e Clima. Esta participação pode ser feita oficialmente, por meio de convites direcionados e em momentos de conclusão de etapas, para a apresentação e discussão dos resultados, e por ampla divulgação, no formato de consulta pública.

### **Perguntas-chave:**

- Quais instituições governamentais podem contribuir na elaboração e discussão da Estratégia Setorial?
- Quais instituições acadêmicas podem contribuir na elaboração e discussão da Estratégia Setorial?
- Quais empresas podem contribuir na elaboração e discussão da Estratégia Setorial?
- Quais instituições de terceiro setor podem contribuir na elaboração e discussão da Estratégia Setorial?

### II. Planejamento prospectivo

Consiste na etapa de planejar a inovação tecnológica dos setores eleitos para alcançar a meta de redução em 20% de GEE até 2020, tendo como ano base 2005. Como neste caso de projeção de futuro há um cenário previamente desejado, o instrumento de prospecção que mais se adequa é o *Roadmap* Tecnológico, os mapas tecnológicos. Esta etapa é alimentada com as informações colhidas na etapa anterior.

*Roadmap* tecnológico é um processo de planejamento impulsionado pela necessidade de tecnologias, que ajuda a identificar, selecionar e desenvolver tecnologias alternativas para satisfazerem um determinado conjunto de necessidades ou de cenários já definidos. Os mapas tecnológicos podem ter várias formas<sup>6</sup>, mas geralmente compreendem tabelas baseadas em multiníveis relacionados a cronogramas temporais que permitem que os desenvolvimentos tecnológicos se alinhem às tendências do mercado (Phaal e Muller, 2009). Para isso, é importante que se reúna um grupo com diferentes atores para que possam contribuir com suas diferentes especialidades.

O esquema a seguir ilustra as diferentes camadas que são abordadas na elaboração do *roadmap* tecnológico.

---

<sup>6</sup> Phaal et al (2004) faz uma longa revisão de diferentes tipos e aplicações de roadmaps.

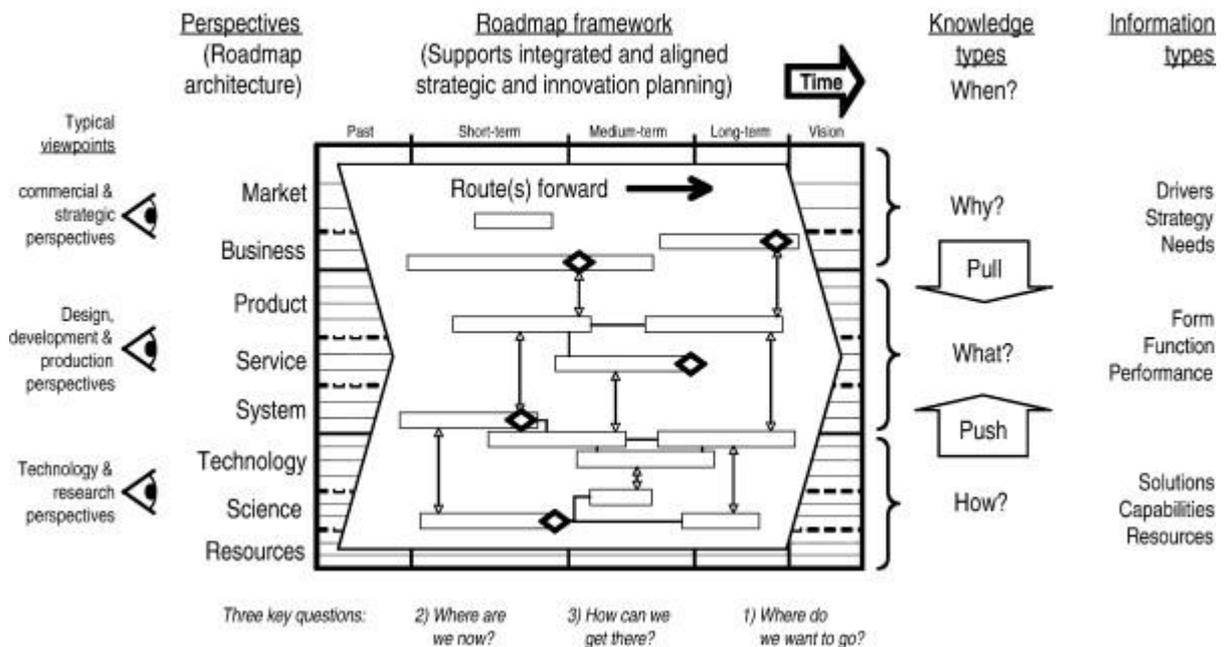


Figura 4 – Esquema de *roadmap* com suas multi- camadas (Phaal e Muller, 2009)

A seguir uma recomendação de passo a passo para a construção do *roadmap* setorial.

#### Passo-a passo

1. Estabelecimento de Grupo de Trabalho do *Roadmap* Tecnológico composto por membros dos diferentes segmentos que tem atuação no objeto definido;
2. Coleta, tratamento e análise das informações relevantes sobre o tema que deve ser elaborado a partir de um conjunto de necessidades. As informações da etapa anterior de Diagnóstico devem subsidiar esta etapa.
3. Produção de pequenos textos de referência onde se identificam as tecnologias chave, os pontos fortes e os fracos associados a elas. Novamente as informações da etapa anterior de Diagnóstico devem subsidiar esta etapa.
4. Realização de pequenos painéis de especialistas para cada uma das temáticas selecionadas quando são simuladas situações e evolução.
5. Elaboração de textos síntese por painel com os resultados das discussões já desenhados em linhas de tempo evidenciando os fatores críticos, os de controle e as alternativas
6. Realização de *workshop* para discussão dos resultados dos painéis de forma integrada para checar a consistência e viabilidade desses
7. Elaboração dos resultados das discussões e os mapas com as rotas alternativas onde já se evidenciam as necessidades de elementos de continuidade
8. Validação do documento do *workshop* junto aos tomadores de decisão
9. Produção final do documento e dos mapas de rotas alternativas dando ênfase as perguntas críticas: por quê; o quê; como; quanto e quando

### III. Programas e ações setoriais

Tendo em vista os resultados da etapa de Diagnóstico e de Planejamento Prospectivo, devem-se propor Programas e Ações prioritários que visem cobrir as lacunas de atuação do Estado. Os Programas reúnem um conjunto de projetos do mesmo tema com objetivos e prazos específicos. As Ações têm caráter pontual, como por exemplo: a criação de instrumentos econômicos para estimular o crédito financeiro voltado a medidas de mitigação de emissões de GEE e de adaptação aos impactos das mudanças climáticas ou estabelecimento de preços e tarifas públicas, tributos e outras formas de cobrança por atividades emissoras de GEE, ou ainda, o desenvolvimento de estímulos econômicos para a manutenção de florestas existentes.

Os Programas e Ações propostos devem ser sempre acompanhados de:

- Objetivos
- Metas
- Prazo
- Entidade Executora
- Fonte de Recursos

#### **4.2. Monitoramento**

A etapa de monitoramento identifica um conjunto de indicadores cujo acompanhamento e avaliação permitirão diagnosticar a implementação dos Programas e Ações propostas em cada Estratégia Setorial para o alcance dos objetivos estabelecidos. Os principais indicadores aqui apresentados são referentes à inovação tecnológica voltada para a mitigação dos GEE e de adaptação aos impactos das mudanças climáticas, já que o acompanhamento da redução da emissão de GEE já é feita pelas edições das Comunicações Estaduais.

Os indicadores propostos a seguir são uma sugestão. Recomenda-se que se faça um levantamento das informações sobre os indicadores pelo menos dos mesmos anos estudados no *1º Inventário de Emissões Antrópicas de Gases de Efeito Estufa Diretos e Indiretos do Estado de São Paulo* (CETESB, 2011), ou seja, 2005 e 2008, de modo a alinhar as informações sobre tema.

Proposta de Indicadores de Monitoramento do Plano Estadual de Inovação Tecnológica e Clima:

- Dispêndio estadual em P&D no setor de energia
- Dispêndio estadual em P&D no setor de processos industriais
- Dispêndio estadual em P&D no setor de agropecuária
- Dispêndio estadual em P&D no setor de resíduos
- Dispêndio estadual em P&D no setor de conservação e recuperação florestal
- Taxa de inovação estadual das empresas de tecnologias mitigadoras de GEE e de adaptação aos impactos das mudanças climáticas
- Percentual de empresas paulistas inovadoras que utilizam ao menos um dos diferentes instrumentos de apoio governamental à inovação de tecnologias mitigadoras de GEE e de adaptação aos impactos das mudanças climáticas nas empresas

- Total de recursos do Fundo Estadual de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (Funcet) voltados para o fomento de tecnologias mitigadoras de GEE e de adaptação aos impactos das mudanças climáticas
- Número de encomendas de tecnologias mitigadoras de GEE e de adaptação aos impactos das mudanças climáticas feitas pelo governo estadual
- Número de subvenções estaduais concedidas a projetos de P&D de tecnologias mitigadoras de GEE e de adaptação aos impactos das mudanças climáticas
- Número de direitos de propriedade intelectual concedidos às tecnologias mitigadoras de GEE e de adaptação aos impactos das mudanças climáticas no estado
- Total de recursos da Fapesp concedidos para o Programa BIOEN e Mudanças Climáticas
- Número de bolsas da Fapesp concedidas para o Programa BIOEN e Mudanças Climáticas
- Total de Recursos do Fundo Estadual de Recursos Hídricos, Fundo Estadual de Controle e Prevenção da Poluição e Fundo Estadual Científico e Tecnológico aplicados aos Programas e Ações do Plano de Inovação Tecnológica e Clima
- Criação de instrumentos econômicos para estimular o crédito financeiro voltado a medidas de mitigação de emissões de GEE e de adaptação aos impactos das mudanças climáticas

Posteriormente devem-se agregar os indicadores específicos dos Programas e Ações das Estratégias Setoriais.

### 4.3. Estrutura de governança

A Política Estadual de Mudanças Climáticas, de acordo com sua lei e decreto, já contam com uma estrutura de governança. Esta estrutura prevê duas instâncias relevantes para a consecução dos objetivos previstos. A primeira e mais elevada instância da estrutura está constituída como o Conselho Estadual de Mudanças Climáticas. Este Conselho tem como finalidade acompanhar a implantação e fiscalização da PEMC. Tem caráter consultivo e composição tripartite, sendo integrado por representantes do Governo do Estado, dos municípios e da sociedade civil. A segunda instância têm o caráter mais executivo, trata-se do Comitê Gestor da Política Estadual de Mudanças Climáticas, sob a coordenação da Casa Civil, com o objetivo de acompanhar a elaboração e a implementação dos planos e programas instituídos previstos no decreto de regulamentação da PEMC, o que inclui portanto, o Plano de Inovação Tecnológica e Clima. É integrado por 12 membros<sup>7</sup> que se organizam para dentre outras atividades, coordenar as ações para o atendimento às diretrizes da PEMC e acompanhar os resultados dos programas e planos instituídos. Portanto, a implementação do Plano de Inovação Tecnológica e Clima é atribuição do Comitê Gestor.

Todavia, para a elaboração do Plano de Inovação Tecnológica e Clima, sugerimos uma estrutura de governança *transitória* que incorpora, além estas duas instâncias acima descritas, um corpo técnico focado nas especificações do Plano.

---

<sup>7</sup> São representantes da Casa Civil; Meio Ambiente; Transportes Metropolitanos; Transportes; Gestão Pública; Fazenda; Economia e Planejamento; Desenvolvimento; Agricultura e Abastecimento; Saneamento e Energia; Habitação, e Saúde (artigo 5º do Decreto 55947/10)

Assim, sugerimos a criação de um Grupo de Trabalho do Plano de Inovação Tecnológica e Clima, cuja principal atribuição é de articular os Grupos de Especialistas de cada Setor e garantir que estes especialistas tenham estrutura e recursos para desenvolverem as atividades necessárias para atender ao Plano. A estrutura transitória para a elaboração do Plano está representada na Figura 7 a seguir.

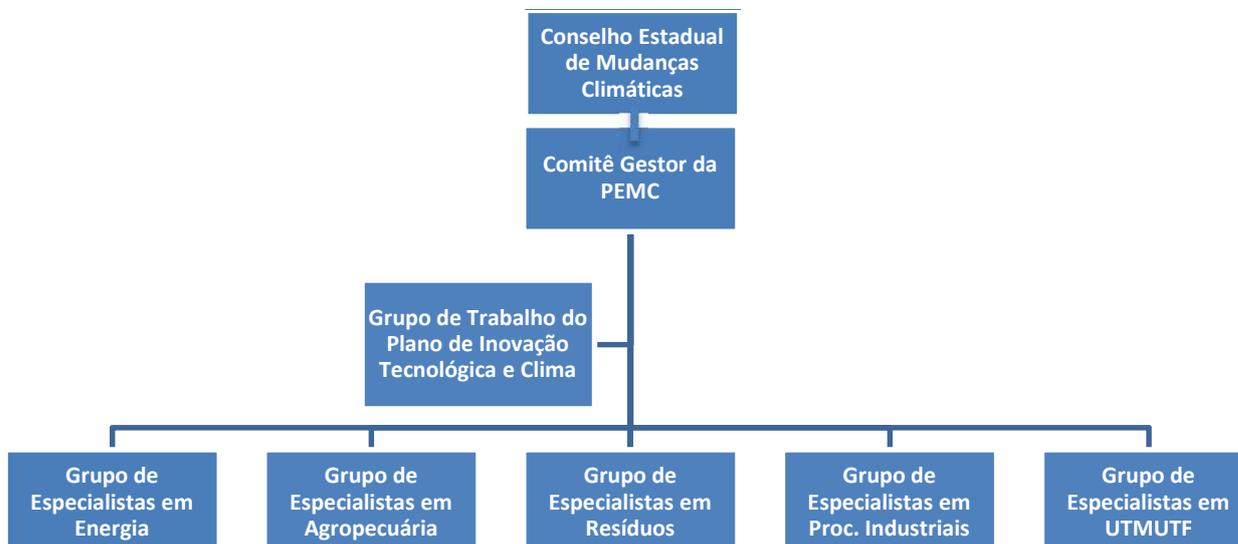


Figura 5 – Estrutura Transitória para a elaboração do Plano de Inovação Tecnológica e Clima

#### 4.4. Fontes de recursos do plano de inovação tecnológica e clima

Para a realização das atividades dos Programas e Ações das Estratégias Setoriais que incorporam o Plano de Inovação Tecnológica e Clima, recomendamos a aplicação de recursos de duas fontes já previstas no Decreto 55947/10: Fundo Estadual de Recursos Hídricos – FEHIDRO e o Fundo Estadual de Controle e Prevenção da Poluição – FECOP. Além destes, Fundo Estadual Científico e Tecnológico – FUNCET pode ser um parceiro importante no financiamento destas atividades, ao lado da FAPESP.

### 5. Conclusões

O presente artigo trata de uma proposta de roteiro metodológico que sirva de subsídio para a elaboração de um Plano Estadual de Inovação Tecnológica e Clima para o Estado de São Paulo. Esta proposta se inspira no modelo de política de P&D (Pesquisa e Desenvolvimento) para energia proposto pela IEA (2007) somada às especificidades da legislação paulista que impõe uma meta ousada de redução de emissão de GEE. Remetendo-se ao modelo IEA (2007) apontamos elementos que remetem à clara definição do papel do governo como indutor de políticas (do tipo *technology push* e *demand pull*); referências em estratégia nacional de redução de GEE (adoção dos mesmos setores de análise, por exemplo); monitoramento do plano; previsão de financiamento adequado e estável; priorização de P&D - como parte do processo de *roadmap* tecnológico - e

envolvimento de *stakeholders*. Neste sentido, o roteiro acrescenta por combinar elementos relacionados a instrumentos de política, com a indicação de caminhos tecnológicos para atingir a meta paulista de redução de GEE adicionada à participação de diferentes atores.

Todavia, trata-se de uma proposta ainda não implantada, e, portanto, traz as limitações advindas, sobretudo, do contexto político em que se insere. A principal limitação que se impõe na execução do roteiro refere-se a mobilização de atores muito heterogêneos para se engajar na elaboração do Plano de Inovação, que depende, sobretudo, da vontade política de se cumprir o que se estabeleceu na legislação. Outra limitação que se pode mencionar é o custo da elaboração de um documento que exige um volume considerável de informação técnica de qualidade e sucessivos painéis de especialistas para a sua elaboração, em especial quando nos referimos aos *roadmaps* tecnológicos.

Por fim, a metodologia de trabalho tem a finalidade de identificar de uma forma mais sistemática qual deve ser o espaço de atuação de órgãos estaduais de ciência e tecnologia para alcançar metas de mitigação das emissões de gases de efeito estufa.

## 6. Referências bibliográficas

BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia. Coordenação-Geral de Mudanças Globais de Clima (2010). Segunda Comunicação Nacional do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima. — Brasília: Ministério da Ciência e Tecnologia.

CARVALHO, Ruy Quadros de ; FURTADO, A. T. ; BERNARDES, R. ; BRISOLLA, S. . Força e Fragilidade do Sistema de Inovação Paulista. *São Paulo em Perspectiva*, São Paulo, v. 14, n.3, p. 124-141, 2001.

CETESB. 1º Inventário de Emissões Antrópicas de Gases de Efeito Estufa Diretos e Indiretos do Estado de São Paulo. Comunicação Estadual. São Paulo: CETESB, 2011. 2ª ed. 192 p.

IEA – International Energy Agency. Reviewing R&D Policies Guidance for IEA Review Team. OECD/IEA, 2007.

IPCC. 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme [Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T. and Tanabe K. (eds)]. Hayama: IGES, 2006.

IPCC. Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories. IPCC National Greenhouse Gas Inventories Programme. Hayama: IGES, 2000.

IPCC. Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Reporting Instructions [Houghton, J.T; Meira Filho, L.G; Lim, B.; Treanton, K.; Mamaty, I; Bonduki, Y.; Griggs, D.J.; Callander, B.A (eds.)]. Bracknell: IPCC, OECD, IEA, 1997.

JACOBSSON S., JOHNSON A. (2000), “The diffusion of renewable energy technology: an analytical framework and key issues for research”, in *Energy Policy* vol. 28, pp. 625-640.

MOWERY, D. C, NELSON, R. R, MARTIN, B. R. (2010) “Technology policy and global warming: Why new policy models are needed (or why putting new wine in old bottles won’t work)”, *Research Policy*, 39, pp. 1011–1023.

NEMET, G. F. (2009a) Demand-pull energy technology energy policies, diffusion and improvements in California Wind Power, in Foxon, T. J., Kohler, J. and Ougton, C. (eds) *Innovation for a Low Carbon Economy. Economic, Institutional and Management Approaches*, Edwards Elgar, Cheltenham, UK and Northampton, MA, USA.

NEMET, G. F. (2009b), “Demand-pull, technology-push, and government-led incentives for non-incremental technical change”, in *Research Policy*, Volume 38, pp. 700–709.

PHAAL, R.; FARRUKH, C. J.P.; PROBERT, D. R.. *Technology roadmapping—A planning framework for evolution and revolution. Technological Forecasting & Social Change*, V. 71, p. 5–26, 2004.

PHAAL, R.; MULLER, G. An architectural framework for *roadmapping*: Towards visual strategy. *Technological Forecasting and Social Change*, V. 76 (1), p. 39–49, 2009.

SÃO PAULO (Estado). Decreto nº 55.947, de 24 de junho de 2010. Regulamenta a Lei nº 13.798, de 9 de novembro de 2009, que dispõe sobre a Política Estadual de Mudanças Climáticas. Diário Oficial do Estado de São Paulo. Poder Executivo, São Paulo, 25 jun. 2010.

SÃO PAULO (Estado). Lei nº 13.798, de 9 de novembro de 2009. Institui a Política Estadual de Mudanças Climáticas. Diário Oficial do Estado de São Paulo. Poder Executivo, São Paulo, v.119, n. 209, 10 nov. 2009. Seção I.

UNRUH G. C., Carrillo-Hermosilla J. (2006), “Globalizing carbon lock-in”, in *Energy Policy* vol. 34, pp. 1185–1197.