3

Estudos sobre Mercado de Carbono no Brasil

Análise da Alocação de Permissões

BID

EDITORES

Carlos Ludena e Maria Netto

Estudos sobre Mercado de Carbono no Brasil

Análise da Alocação de Permissões

Catalogação na fonte fornecida pela
Biblioteca Felipe Herrera do
Banco Interamericano de Desenvolvimento

Estudos sobre Mercado de Carbono no Brasil: Análise da Alocação de Permissões / Fernanda Gusmão, Flávia Beatriz Beserra Azevedo Carloni, William Wills, Maria Netto, Carlos Ludena; Maria Netto, Carlos Ludena, editores.

p. cm. — (Monografia do BID ; 309)

Inclui referências bibliográficas.

1. Climate change mitigation—Law and legislation—Brazil. 2. Carbon sequestration—Law and legislation—Brazil. 3. Carbon taxes—Law and legislation—Brazil. 4. Environmental protection—Law and legislation—Brazil. I. Gusmão, Fernanda. II. Carloni, Flávia Beatriz Beserra Azevedo. III. Wills, William. IV. Netto, Maria. V. Ludeña, Carlos E. VI. Netto, Maria, editor. VII. Ludeña, Carlos E., editor. VIII. Banco Interamericano de Desenvolvimento. Divisão de Mudanças Climáticas e Sustentabilidade. IX. Série.

IDB-MG-309

Classificação JEL: D47, F18, Q54, Q58

Palavras-chave: mudança do clima, redução de emissões, mercados de carbono, regulação, permissões de emissões, alocação de permissões, Brasil

Este documento foi preparado como parte de um esforço do Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID) e da Bolsa de Valores, Mercadorias e Futuros (BM&FBOVESPA) para o desenvolvimento do mercado de carbono no Brasil. O estudo é parte de uma série de trabalhos e inclui as seguintes publicações: Análise Legal de Possíveis Modelos Regulatórios (Ludovino Lopes Advogados, Freitas Penteado Advogados e Climate Focus); Análise do Potencial Dimensionamento do Mercado – Estudo de Caso sobre o Estado de São Paulo (ICF Consultoria do Brasil Ltda.); e Análise da Alocação de Permissões (Thomson Reuters Point Carbon).

O estudo foi coordenado por Maria Netto, especialista líder sobre Instituições financeiras; Carlos Ludena, especialista em mudanças do clima (BID); e Guilherme Magalhães Fagundes, gerente de Produtos Ambientais, Energia e Metais (BM&FBOVESPA).

O estudo foi preparado por Fernanda Gusmao, Flávia Beatriz Beserra Azevedo Carloni, e William Wills (Thomson Reuters Point Carbon). O BID, a BM&FBOVESPA e os autores gostariam de agradecer aos seguintes colaboradores por informações e comentários fornecidos para preparação desta publicação: Ana Carolina Avzaradel Szklo, Tyler Chapman, Marcelo Rocha, Nelson Sam, Luciano Schweizer, Michaela Seelig, Lucila Sierra e Josilene Ticianelli Vannuzini Ferrer.

Citar como:
Gusmão, F., F.B. Beserra Azevedo Carloni, W. Wills, M. Netto e C.E. Ludena. (2015). Estudos sobre Mercado de Carbono no Brasil: Análise da Alocação de Permissões. Banco Interamericano de Desenvolvimento, Monografia No. 309, Washington DC.

Publicações associadas:
Ludena, C.E., M. Netto e D. Ryfisch. (2015). Estudo sobre um potencial Mercado de Carbono no Estado de São Paulo. Banco Interamericano de Desenvolvimento, Monografia No. 310, Washington DC.

Lopes, L., T. Ricci, R. Oliveira Santos, T. Borma Chagas, M. Galhano, L.F. de Freitas Penteado, M. Courrol, M. Fernández, M. Netto e C.E. Ludena. (2015). Estudos sobre Mercado de Carbono no Brasil: Análise Legal de Possíveis Modelos Regulatórios. Banco Interamericano de Desenvolvimento, Monografia No. 307, Washington DC.

Avzaradel Szklo, A.C., S. Betz, A. Burgi, J. Guimarães, A. Mello, P. Messer, F. Pinheiro, L. Roxo, M. Netto e C.E. Ludena. (2015). Estudos sobre Mercado de Carbono no Brasil: Análise do Potencial Dimensionamento do Mercado – Estudo de Caso sobre o Estado de São Paulo. Banco Interamericano de Desenvolvimento, Monografia No. 308, Washington DC.

Copyright © 2015 Banco Interamericano de Desenvolvimento. Esta obra está licenciada sob uma licença Creative Commons IGO 3.0 Atribuição-NãoComercial-SemDerivações (CC BY-NC-ND 3.0 IGO) (http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/igo/legalcode) e pode ser reproduzida com atribuição ao BID e para qualquer finalidade não comercial. Nenhum trabalho derivado é permitido.

Qualquer controvérsia relativa à utilização de obras do BID que não possa ser resolvida amigavelmente será submetida à arbitragem em conformidade com as regras da UNCITRAL. O uso do nome do BID para qualquer outra finalidade que não a atribuição, bem como a utilização do logotipo do BID serão objetos de um contrato por escrito de licença separado entre o BID e o usuário e não está autorizado como parte desta licença CC-IGO.

Note-se que o link fornecido acima inclui termos e condições adicionais da licença.
A publicação destina-se a fins exclusivamente informativos e educacionais, não constituindo nenhuma recomendação de investimento. Os exemplos apresentados são meramente ilustrativos e simulam situações hipotéticas.

As normas e procedimentos citados estão sujeitos a alterações, sendo recomendável a consulta direta às versões mais atualizadas.

As opiniões e conclusões expressas nesta publicação são de responsabilidade dos autores e não refletem necessariamente a posição da BM&FBOVESPA S.A. – Bolsa de Valores, Mercadorias e Futuros e do Banco Interamericano de Desenvolvimento, de sua Diretoria Executiva, ou dos países que eles representam.

THOMSON REUTERS

Indice

Sumário executivo 13
1. Introdução 27
2. Introdução ao mercado de carbono e ao sistema de cap-andtrade (limite e comércio) 31
3. Mecanismos de alocação: definições, relevância e características 34
4. Mecanismos de alocação: a lógica de cada modelo 37
4.1 Alocação gratuita (Free Allocation) 37
4.2 Leilão de permissões (Auction of allowances) 40
4.3 A abordagem híbrida (The hybrid approach) 42
5. Revisão do mecanismo de alocação em três mercados 45
5.1. O mercado europeu (EU ETS) 45
5.1.1. A alocação no mercado europeu nas fases 1 e 2 45
5.1.2 A alocação no mercado europeu na fase 3 53
5.1.3 Lições do mercado europeu 57
5.2 O mercado da Califórnia 59
5.2.1 Distribuição de permissões na Califórnia 60
5.2.2 A alocação da Califórnia para o setor elétrico 64
5.2.3 Lições do mercado da Califórnia 65
5.3 O mercado regional dos estados da costa leste americana (RGGI) 65
5.3.1 Alocação das permissões no mercado RGGI 68
5.3.2 As lições do mercado RGGI 73
6. Considerações sobre o mecanismo de distribuição para o Estado de São Paulo 74
6.1 Conclusões sobre o mecanismo de distribuição 78
7. A criação de benchmarks 81
7.1 Benchmarks no EU ETS 81
7.1.1 Definição das sub-instalações 83
7.1.2 Benchmark de produto 89
7.1.3 Benchmark de calor 91
7.1.3 Benchmark de combustível 93
7.1.1 Benchmark de emissões de processo 94
7.2 Benchmark na Califórnia 96
7.2.1 Benchmark de produto 96
7.2.2 Benchmark baseado no uso de energia 98
7.2.3 Concessionárias de distribuição de energia na Califórnia 100
7.3 Abordagem de benchmark para o Estado de São Paulo 103
7.3.1 Análise de alguns setores de São Paulo 111
7.3.1.1 Alimentos e bebidas 111
7.3.1.2 Cimento 112
7.3.1.3 Papel e celulose 112
7.3.1.4 Química 113

7.3.1.5 Ferro-gusa e aço 113
7.4 Conclusões sobre a construção de benchmarks 114
8. O risco de carbon leakage 116
8.1 Carbon leakage no EU ETS 119
8.1.1 A lista de carbon leakage do mercado europeu 120
8.1.2 Definição de risco significativo de carbon leakage 121
8.2 Carbon leakage na Califórnia 125
8.3 Abordagem de carbon leakage no Estado de São Paulo 132
8.4 Conclusões e recomendações em relação ao risco de carbon leakage 137
9. Conclusões e recomendações finais 141
10. Bibliografia 145

Indice de figuras

Figura 1 - Exemplo ilustrativo da alocação híbrida. 42
Figura 2 - Preço das permissões européias entre 2006 e 2008. 50
Figura 3 - Comparação da volatilidade dos preços das permissões europeias (EUA) com outras commodities, 2008-2012. 52
Figura 4 - Seleção do benchmark para a terceira fase do mercado europeu. 56
Figura 5 - Emissões do EU ETS, meta de redução e PIB Europeu para o período de 1990-2015. 59
Figura 6 - Emissões incluídas no mercado da Califórnia por setor. 60
Figura 7 - Receita arrecadada, preço de venda e preço mínimo dos leilões de permissões na Califórnia (considera somente permissões para utilização em 2013). 63
Figura 8 - Comparação das emissões projetadas e observadas em relação à meta de redução estabelecida em 2005. 66
Figura 9 - Geração de eletricidade no RGGI a partir de gás natural, carvão e petróleo. 67
Figura 10 - Geração de eletricidade por fonte energética (2005 versus 2011). 67
Figura 11 - Previsão de emissões e cenários de meta (2014-2020). 70
Figura 12 - Cenários de transferência de permissões. 71
Figura 13 - Leilões do RGGI: volume arrecadado, preço de venda e preço mínimo (Set/2008 –Dez/2013). 72
Figura 14 - Exemplo de instalação que combina várias metodologias. 83
Figura 15 - Definição das sub-instalações em função dos benchmarks (de produto). 84
Figura 16 - Definição das sub-instalações em função dos benchmarks (de calor, com exposição ao risco de carbon leakage). 85
Figura 17 - Definição das sub-instalações em função dos benchmarks (de calor sem exposição ao riso de carbon leakage). 86
Figura 18 - Definição das sub-instalações em função dos benchmarks (de combustível). 87
Figura 19 - Definição das sub-instalações em função dos benchmarks (de emissões de processo históricas). 88
Figura 20 - Sub-instalação de benchmark de produto. 89
Figura 21 - Sub-instalação de benchmark de calor. 91
Figura 22 - Sub-instalação de benchmark de combustível. 93
Figura 23 - Sub-instalação de benchmark de emissões de processo. 94

Figura 24 - Possibilidades de carbon leakage devido à imposição de um preço de carbono. 118
Figura 25 - Potenciais de impactos na economia devido à imposição de um preço de carbono. 118
Figura 26 - Indicadores para a avaliação quantitativa de carbon leakage. 122
Figura 27 - Cálculo do nível de assistência necessário para setores expostos ao risco de carbon leakage. 129
Figura 28 - Relações de insumo-produto num sistema inter-regional. 134
Figura 29 - Exposição comercial dos 20 setores econômicos disponíveis na matriz insumo produto do Estado de São Paulo relativa ao ano de 2004. 135
Figura 30 - Sugestão de coordenação das atividades nos âmbitos nacional e estadual para definição da política de mudanças climáticas 139

Indice de tabelas

Tabela 1 - Exemplos de alocação apresentados nos NAPs. 49

Tabela 2 - Diferenças entre as fases 2 e 3 do EU ETS. 53

Tabela 3 - Fórmula da alocação de permissões na Califórnia por setor. 61

Tabela 4 - Nova meta do RGGI em Mt (inclui estimativas da Thomson Reuters Point Carbon para o primeiro e o segundo ajustes). 69

Tabela 5 - Aspectos a serem considerados em um mecanismo de distribuição de permissões para São Paulo. 74

Tabela 6 - Produtos e respectivos benchmarks do mercado europeu. 90

Tabela 7 - Incentivos relacionados aos modelos de alocação de permissões para as concessionárias de energia da Califórnia. 101

Tabela 8 - Sugestão de informações a serem levantadas para subsidiar a elaboração de benchmarks para o Estado de São Paulo, comparado com as informações solicitadas pela CE. 105

Tabela 9 - Definição da classe de produto Clínquer de Cimento Cinza. 110

Tabela 10 - Passos seguidos na elaboração da lista de carbon leakage do EU ETS, adotada no final de 2009. 123

Tabela 11 - Carbon leakage exposure factor (CLEF) dos setores não considerados expostos ao risco de carbon leakage. 124

Tabela 12 - Classificação da intensidade de emissões na Califórnia. 127

Tabela 13 - Classificação dos setores industriais quanto à intensidade de emissões e exposição comercial. 130

Tabela 14 - Fatores de assistência para setores industriais. 131

Siglas e acrônimos

AAF	Autorização Ambiental de Funcionamento
AB32	Assembly Bill 32 ou Global Warming Solutions Act, legislação sobre mudanças climáticas da Califórnia
BOED	Barril de Óleo Equivalente por Dia
CETESB	Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental
CGE	Computable General Equilibrium
CH_4	Metano
CMA	Custo Marginal de Abatimento
CO_2	Dióxido de carbono
CO_2e	Dióxido de Carbono Equivalente
COP	Conferência das Partes
CQNUMC	Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima
CVM	Comissão de Valores Mobiliários
EPA	Environmental Protection Agency (Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos)
EUROFER	European Steel Association (Associação Europeia de Aço)
ERU	Emission Reduction Units
EUA	European Union Allowance
EU ETS	European Emissions Trading Scheme
FEAM	Fundação Estadual de Meio Ambiente, Minas Gerais
GEE	Gases de efeito estufa
Gg	Giga-grama
Gt	Gigatoneladas
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis
IDEB	Índice da Educação Básica
ISIC	International Standard Industrial Classification
LO	Licença de Operação
MBRE	Mercado Brasileiro de Redução de Emissões
MCTI	Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação
MDL	Mecanismo de Desenvolvimento Limpo
MF	Ministério da Fazenda
MRV	Monitoramento, Reporte e Verificação
MW	Mega-watt

N_2O	North American Industrial Classification System
NAICS	Reduções Certificadas de Emissões
PEMC	Política Estadual de Mudanças Climáticas
PNMC	Política Nacional sobre Mudança do Clima
RCE	Redução Certificada de Emissões
RGGI	Regional Greenhouse Gas Initiative
SO_2	Dióxido de Enxofre
SP	São Paulo
SPE	Secretaria de Política Econômica
t	Tonelada
UE	União Europeia
UNFCCC	United National Framework Convention on Climate Change
USD	United States Dollar / Dólares Norte-Americanos

Sumário executivo

O compromisso global para a redução das emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) na atmosfera, formalizado através da ratificação do Protocolo de Quioto em 2005, levou à expansão da utilização de mecanismos de mercado para reduzir as emissões de GEE.

O mercado de emissões (ou mercado de carbono[1]) é um exemplo de mecanismo de mercado criado para alcançar reduções de emissões em larga escala. Através da criação do mercado, o governo impõe um custo às emissões de GEE e cria um incentivo financeiro para as empresas reduzirem suas emissões. Recentemente, nota-se um crescente interesse dos países em desenvolvimento pelo mercado de emissões, que passaram a considerar esse mecanismo como um dos instrumentos de suas políticas nacionais de mitigação de mudanças climáticas.

No Brasil, a Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC), instituída pela Lei Nacional no12.187/2009, estabelece metas de redução voluntárias de 36,1% a 38,9% das emissões projetadas para o ano de 2020, com base nas emissões de 2005. Além disso, o Decreto 7.390/2010 que regulamenta os artigos 6o, 11o e 12o da Lei Nacional, dispõe sobre instrumentos de mercado que poderiam contribuir para atingir o compromisso nacional voluntário ou metas setoriais. Dentre os mecanismos listados está o mercado de emissões.

No âmbito estadual, o mercado de emissões é um dos instrumentos previstos na Política Estadual de Mudanças Climáticas de São Paulo (PEMC), instituída pela Lei Estadual no 13.798/2009, que regulamenta o compromisso do Estado de reduzir ou estabilizar suas emissões de GEE. Nesse contexto, o governo do Estado de São Paulo e entidades parceiras têm buscado compreender e analisar experiências internacionais com mercados de carbono, com o intuito de subsidiar a criação de políticas adequadas para o Estado. Esse estudo faz parte desse esforço.

O presente trabalho faz parte de uma série de estudos que visam analisar o potencial para a criação de um mercado de carbono em São Paulo. Enquanto esse trabalho está focado no aspecto de distribuição de permissões, outros estudos trataram da análise do custo marginal de abatimento[2] de setores selecionados e dos aspectos jurídicos[3] da criação de um mercado.

---

1. O mercado de emissões também é chamado de mercado de carbono porque, em geral, as emissões de GEE são convertidas em toneladas de CO2 equivalente (tCO2e). Nesse trabalho, os termos serão usados de maneira intercambiável.

2. Avzaradel Szklo et al, 2015

3. Lopes et al, 2015

Apesar de focado no Estado de São Paulo, o estudo procura oferecer recomendações válidas para outros estados interessados em um mercado de carbono e também para o governo federal, já que a harmonização das políticas climáticas nos âmbitos federal e estadual poderia aumentar a eficiência para a consecução das metas voluntárias nacionais.

Na maior parte dos casos, um mercado de carbono funciona como um mecanismo de cap-and-trade, no qual o regulador estabelece um limite (cap) nas emissões das empresas participantes e distribui os "direitos de poluir" (ou permissões) comercializáveis (trade) entre os participantes. Cada participante deve reduzir suas emissões de modo a emitir quantidades de GEE compatíveis com o número de permissões recebidas, ficando dentro do limite total pré-estabelecido. Se um poluidor não usa todas as suas permissões, pode comercializá-las com outra entidade que não tenha capacidade (técnica, financeira ou qualquer outra) de emitir apenas aquilo que lhe foi permitido e necessita de mais permissões.

O limite total de emissões (cap) irá estabelecer o nível de ambição do mercado, e representa o volume total (em toneladas de CO2 equivalente – tCO2e) que os participantes podem emitir durante um determinado período. Normalmente, o regulador estabelece uma meta única de redução de emissões, e distribui a responsabilidade de redução entre os participantes, através da alocação de permissões para cada participante.

A alocação de permissões é um dos aspectos mais importantes na criação de um mercado de carbono, pois irá determinar o custo de participação de cada entidade. Ao limitar o volume de poluição total e atribuir um número de permissões para cada participante, o regulador está atribuindo um preço à emissão de cada tCO2e e, portanto, determinando o custo de participação de cada empresa no mercado. A alocação de permissões é, portanto, um aspecto central no desenvolvimento de um mercado de carbono, e constitui o foco desse trabalho.

Outros aspectos importantes na criação de um mercado (e que estão relacionados à distribuição de permissões) são o estabelecimento de um valor de benchmark para a alocação das permissões e a análise do risco de carbon leakage, ou seja, o risco de transferência de atividades poluidoras de uma localidade A, com restrições de emissão, a outra localidade B, sem restrições, aumentando assim as emissões totais na localidade B. Por serem aspectos extremamente relevantes na alocação de permissões, esses tópicos foram incluídos no escopo desse trabalho.

Os métodos de distribuição (ou alocação) de permissões vão desde a distribuição gratuita até o leilão de 100% das permissões disponíveis. Normalmente, o objetivo geral de um mecanismo de alocação é apoiar o mercado a alcançar reduções com o menor custo total possível. No entanto, o método de alocação escolhido pelo regulador vai depender também de outros fatores, tais como: o objetivo do mercado; a aceitação pública do mesmo; características específicas dos setores abrangidos; etc. A fim de apoiar tal objetivo, vários aspectos devem ser

considerados ao decidir o método de alocação adequado, tais como:

- O regulador deve levar em consideração a capacidade de redução de emissões de cada setor: devido a características intrínsecas de cada setor (tecnologias de abatimento disponíveis, custos de redução, número de empresas no setor, investimentos já realizados, etc.), o potencial de redução de alguns setores pode ser limitado;

- O mecanismo de alocação deve ser equitativo e evitar ou minimizar as distorções do mercado: deve-se evitar que certos setores econômicos (como os consumidores finais) sejam desproporcionalmente afetados pelo mercado (com o aumento dos preços na economia);

- De melhor forma possível, o mecanismo de alocação deve lidar com o risco de carbon leakage, ou seja, evitar que as empresas transfiram suas atividades produtivas para outras localidades onde as políticas de redução de emissões sejam mais brandas ou ausentes.

Uma vez definidos os objetivos do mercado e conhecidas as capacidades de redução de cada setor (bem como sua exposição ao risco de carbon leakage), o regulador deve escolher o mecanismo de alocação que melhor responda a esses critérios.

Existem três métodos consolidados para alocar permissões em um sistema cap-and-trade: a distribuição gratuita (também chamada de free allocation), o leilão de permissões (conhecido como auction of allowances) e a abordagem híbrida (hybrid approach).

A alocação gratuita caracteriza-se pela distribuição, sem custo, de permissões entre os poluidores, baseada na análise dos dados de emissões passadas ou na criação de benchmarks previamente estabelecidos (ex-ante benchmarks). Com a alocação gratuita, o regulador diminui o custo de participação das empresas no mercado, facilitando a aceitação do mesmo pelo setor industrial.

No leilão de permissões, o regulador vende as permissões aos participantes através de leilões regulares. A utilização da receita gerada nos leilões é uma decisão política, mas, na maioria dos casos, essa receita é destinada a investimentos em eficiência energética e energia renovável, ou utilizada para reduzir eventuais aumentos dos preços gerais da economia (como aumento do preço da eletricidade, por exemplo). Na alocação híbrida, o regulador distribui parte das permissões gratuitamente e o restante é leiloado. A abordagem híbrida combina o leilão da maioria das permissões com a distribuição gratuita de um determinado número de permissões para os setores mais afetados. O objetivo dessa abordagem é integrar o melhor dos dois mecanismos, ou seja, a eficácia do sistema de leilão e a redução de custos do sistema de distribuição gratuita.

Na alocação híbrida, a distribuição gratuita está focada em setores específicos, que: (1) enfrentam aumentos de custos significativos com a criação do mercado e (2) estão mais expostos à concorrência externa.

Ao analisar as vantagens e desvantagens de cada método, o estudo conclui que:

- A alocação gratuita reduz o custo do mercado para as empresas participantes e pode ser um método de distribuição interessante para as fases iniciais de um novo mercado de carbono, já que é mais bem aceito pelo setor industrial e permite às empresas e ao governo se familiarizar com as regras do mercado. Porém, em alguns casos, a alocação gratuita pode levar a uma alocação excessiva de permissões e geração de windfall profits.[4]

- O leilão das permissões aumenta a transparência do mercado e fornece um sinal claro de preço, além de gerar receita para o regulador, que pode utilizá-la para apoiar projetos de eficiência energética e energia renovável. No entanto, é politicamente difícil de aprovar e levanta críticas do setor industrial, que pode alegar possíveis aumentos nos custos de produção e desvantagens frente ao mercado internacional (levando ao risco de carbon leakage). Além disso, a destinação das receitas dos leilões deve ser claramente definida para evitar a utilização dos recursos em iniciativas não alinhadas aos objetivos do mercado.

- A abordagem híbrida combina a eficiência do leilão com o mecanismo de compensação da alocação gratuita, mas a sua implementação exige o desenvolvimento de grande capacidade institucional e pode representar um desafio para o regulador do mercado.

A análise da experiência de alocação em mercados de carbono existentes pode fornecer lições importantes sobre o que funciona e o que não funciona na alocação de permissões. Com esse intuito, a equipe analisou três mercados principais: o mercado europeu (European Union Emissions Trading Scheme, EU ETS), o mercado da Califórnia e o mercado regional da costa leste dos Estados Unidos (Regional Greenhouse Gases Initiative, RGGI). Esses mercados foram selecionados porque são exemplos emblemáticos dos três mecanismos de distribuição mencionados anteriormente e desenvolveram análises sofisticadas para a criação de benchmarks e a definição de carbon leakage. Assim, podem oferecer lições importantes para governos interessados na criação de mercados de carbono.

---

4. Windfall profits é a expressão utilizada para descrever o lucro obtido pelas empresas sem a comercialização de produto ou serviço adicional algum. Neste caso, através do aumento do preço de seus produtos/serviços, apesar de receber as permissões gratuitamente.

As duas primeiras fases do EU ETS foram baseadas principalmente na distribuição gratuita, o mercado da Califórnia é um exemplo atual da abordagem híbrida e o RGGI optou pelo leilão de permissões desde seu princípio.

As fases 1 e 2 do EU ETS foram amplamente baseadas na distribuição gratuita de permissões com base na análise dos dados de emissões passadas. Esse método foi escolhido por causa da facilidade de sua implementação (não há necessidade de definição de valores de benchmark) e melhor aceitação por parte do setor industrial. Nesse mecanismo, os estados-membros utilizaram os dados de emissões históricas para projetar as emissões futuras de suas indústrias e definiram a alocação de cada setor com base nessas informações. No final, os estados-membros submeteram os valores de alocação para aprovação do regulador do mercado; no caso, a Comissão Europeia (CE).

A utilização da distribuição gratuita (versus leilões) foi principalmente uma questão de conveniência política, já que era necessário aplacar grandes emissores e consumidores de produtos energo-intensivos que não queriam arcar com custos mais elevados. Ou seja, a distribuição gratuita diminuiu os obstáculos políticos para o lançamento do mercado. No entanto, outras razões para a alocação gratuita incluem (Deutsche Bank Research, 2010):

- A alocação gratuita é um mecanismo simples e de fácil compreensão;
- A organização de leilões exige certa infraestrutura e capacidade institucional (tal como a seleção de uma entidade organizadora e criação de um sistema eletrônico de transferência de permissões e receitas), que os estados-membros não tinham na época e que não são construídas facilmente;
- A distribuição gratuita permite maior controle por parte dos estados-membros, e permitiu aos governos conceder uma parcela maior de permissões a grupos industriais mais expostos ao risco de carbon leakage.

Esse método, no entanto, apresentou algumas falhas que fornecem lições relevantes sobre a importância dos dados de emissões verificadas. Com a evolução do mercado, verificou-se que as projeções de emissões futuras dos estados-membros estavam inflacionadas. Em alguns casos, setores industriais com maior influência junto aos governos nacionais foram beneficiados com um volume maior de permissões. Além disso, a crise financeira e econômica que atingiu a Europa a partir de 2008 diminuiu os volumes de produção industrial (e, consequentemente, os níveis de emissão), o que levou a uma alocação excessiva de permissões e colapso dos preços, afetando a confiança no mercado.

Apesar das lições e pontos de melhoria observados nas fases 1 e 2, o mercado europeu apresentou também muitos aspectos positivos, e consolidou-se como a maior e uma das mais bem sucedidas experiências de criação de um mercado de emissões.
A primeira fase (2005-2007) do EU ETS foi concebida para ser uma fase piloto e, com essa experiência, o mercado atingiu alguns de seus objetivos principais, tais como (EDF, 2012):

- Estabeleceu um preço às emissões de CO2e, o que permitiu à empresas e governos incorporar o custo de carbono em suas decisões de investimento,

- Instituiu o comércio de emissões na UE e permitiu a criação do arcabouço institucional necessário para viabilizar o mercado,

- Permitiu a harmonização das metodologias de monitoramento, reporte e verificação (MRV) de emissões de GEE na Europa e a criação de uma base de dados técnica robusta e detalhada.

Baseando-se na experiência da fase 1, durante a fase 2 a CE introduziu uma meta de redução mais ambiciosa (6,5% menor em relação à meta de 2005) e garantiu que as alocações fossem baseadas em dados de emissão históricos coletados durante a fase 1. Além disso, a volatilidade de preços das permissões da fase 1 não foi vista durante a segunda fase, o que garantiu que as permissões europeias se configurassem como uma das commodities menos voláteis durante o período de 2008 a 2012.

Ademais, a certeza de continuação do mercado permitiu aos participantes programar investimentos em projetos de redução de GEE e se preparar para metas de redução mais ambiciosas, com investimentos em tecnologias mais eficientes. Em um estudo sobre inovação tecnológica para o setor de geração de energia na Alemanha, Hoffman e Rogge (2010) argumentam que o impacto do EU ETS na cultura e rotina corporativas pode preparar a transição para um sistema de inovações tecnológicas de baixo carbono nesse setor. Portanto, além de induzir mudanças corporativas que visem produzir com mais eficiência, o mercado europeu também pode promover avanços tecnológicos.

A terceira fase do mercado europeu (2013-2020) permitiu incorporar algumas das lições aprendidas nas fases anteriores, bem como instituir uma série de mudanças no método de alocação, incluindo: (a) transição da alocação gratuita para a predominância de leilões, (b) uso de uma metodologia de alocação fortemente baseada em benchmarks, (c) centralização do processo de alocação pela CE para minimizar a influência de alguns setores industriais e (d) inclusão de novos setores.
As razões para a mudança para o regime de leilões são as seguintes:

As razões para a mudança para o regime de leilões são as seguintes:[5]

- Melhor representa o princípio do poluidor-pagador e incentiva as empresas a investir em tecnologias mais limpas, além de minimizar as ineficiências da distribuição gratuita;

- Fornece um sinal claro de preço e aumenta a liquidez do mercado; Gera receitas através da venda de permissões, que podem ser aplicadas em tecnologias menos poluentes;

- Minimiza a possibilidade da geração de windfall profits, já que as empresas de energia devem comprar permissões no mercado.

Além disso, a utilização de benchmarks apresenta vantagens em relação à alocação baseada em emissões históricas, pois recompensa as empresas mais eficientes com mais permissões, e representa um incentivo para investimentos em processos produtivos menos poluentes. No entanto, a experiência do mercado europeu fornece lições interessantes sobre a dificuldade de estabelecer um valor de benchmark, tais como a dificuldade de obtenção de dados de produção e o tempo necessário para elaboração de um benchmark.

Em relação à questão de carbon leakage, a CE desenvolveu uma complexa análise da exposição comercial e do custo de carbono enfrentado pelos setores industriais do EU ETS para determinar quais setores são considerados expostos. A lista atual de setores expostos ao carbon leakage foi desenvolvida após um longo processo de consultas públicas, que durou um ano, e é válida para a alocação gratuita de permissões em 2013 e 2014. Uma nova lista, válida de 2015 a 2019, está sendo preparada.

Sendo o maior mercado de carbono já desenvolvido, o EU ETS oferece algumas lições importantes sobre os resultados das diferentes práticas de alocação e seus impactos sobre o mercado:

- Em primeiro lugar, o EU ETS forneceu um exemplo claro da importância das informações exatas sobre emissões históricas. Devido a várias dificuldades técnicas e falta de informações durante a fase 1, os participantes receberam mais permissões do que precisavam, o que levou a uma queda nos preços e afetou a confiança no mercado. Uma maneira de lidar com esse problema seria a revisão anual do volume de permissões alocadas, como foi feito no mercado da Califórnia e será discutido nesse trabalho.

---

5. European Commission, 2013d

- *No entanto, a fase piloto do mercado atingiu alguns de seus objetivos principais: estabeleceu um preço às emissões de CO2e, criou o arcabouço institucional para a operação do mercado e permitiu a harmonização do sistema de coleta de dados na UE, bem como a criação de uma ampla base de dados. Além disso, o mercado europeu motivou as empresas participantes a buscar oportunidades para tornar seu processo produtivo mais eficiente e incentivou inovações.*

- Ademais, a experiência europeia demonstrou que, embora a alocação gratuita possa facilitar a aceitação do mercado, esse mecanismo gera windfall profits. Produtores de energia requerem uma fórmula especial de alocação, com a maioria das permissões sendo preferencialmente leiloadas, para evitar tais distorções no mercado.

- Outra lição importante refere-se à venda de permissões, que fornece um sinal claro de preço aos participantes e estabelece um preço mínimo para a permissão, evitando assim a queda de preços vista nas fases iniciais do mercado.

Finalmente, vale notar que, apesar de todas as críticas, o mercado europeu tem conseguido atingir seu objetivo principal, que é promover a redução das emissões de GEE a baixo custo. O EU ETS foi o principal instrumento da UE para alcançar sua meta de Quioto, ou seja, reduzir suas emissões em 8% abaixo dos níveis de 1990 até 2012. Em 2011, o último ano para o qual dados estão disponíveis, as emissões da UE-15 (União Europeia com 15 dos estados-membros) ficaram 14,9% abaixo do nível do seu ano de referência. Neste sentido, o ETS está desempenhando um papel importante para auxiliar a UE a cumprir sua meta adicional de reduzir as emissões de GEE em 20% abaixo dos níveis de 1990 até 2020. É importante ressaltar, no entanto, o impacto inesperado da crise financeira mundial e consequente redução das emissões devido à menor atividade industrial.

Na Califórnia, o regulador do mercado (Air Resources Board, ARB ou CARB) utilizou-se da experiência europeia com a alocação baseada em projeções de emissões para aperfeiçoar seu mecanismo de alocação. O ARB optou por estimar a alocação anualmente, utilizando dados de produção retroativos de dois anos e ajustando a alocação com base em dados de produção reais. Este mecanismo garante que a alocação esteja sempre alinhada aos dados de produção recentes, e permite incorporar rapidamente alterações no padrão de emissões.

Para a definição dos benchmarks, a Califórnia utilizou o mesmo princípio europeu de "um produto, um benchmark" e definiu benchmarks específicos para cada setor industrial. Onde não foi possível identificar um produto final ou a abordagem de benchmark de produto não foi considerada adequada, o ARB definiu outros tipos de benchmark (de calor ou de combustível).

Para a avaliação do risco de carbon leakage, o ARB analisou a intensidade de emissões e a exposição comercial dos setores envolvidos e classificou os setores em baixa, média e alta exposição ao risco de carbon leakage. O regulador definiu então fatores de assistência para cada categoria de exposição ao carbon leakage: quanto mais exposto o setor, maior o fator de assistência, o que significa que o setor receberá um número maior de permissões gratuitas.

Dentre as lições da experiência californiana, destacam-se: a exigência do regulador de que as empresas apresentassem inventários corporativos de emissões de GEE desde 2008 (mas as atividades do mercado só foram iniciadas em 2013), o que contribuiu para a criação de uma importante base de dados de emissões históricas, que, por sua vez, proporcionou um bom exercício para a definição da meta de redução de emissões e a alocação das permissões.

Segundo, para evitar uma alocação excessiva com base nas projeções de emissões, a Califórnia optou por revisar a alocação anualmente, utilizando dados de produção retroativos de dois anos, ajustados com base em dados de produção reais. Este mecanismo garante que a alocação esteja sempre alinhada aos dados de produção recentes, e permite incorporar rapidamente as alterações no padrão de emissões. O mercado regional dos estados da costa leste dos Estados Unidos (RGGI, na sigla em inglês), iniciou suas operações em 2009, leiloando cerca de 90% das permissões disponíveis. O mercado, no entanto, está saturado, já que as emissões do setor elétrico dos estados do RGGI não aumentaram conforme as projeções desenvolvidas em 2005, quando a meta de redução do mercado foi estabelecida. Ao contrário, as emissões do setor elétrico diminuíram devido à maior utilização de gás natural (em detrimento ao petróleo e carvão, que são combustíveis mais poluentes) para a geração de eletricidade.

Devido a essa mudança significativa na matriz de geração energética, quando o mercado entrou em operação em 2009, o setor elétrico possuía um número de permissões maior do que precisava, o que levou a uma saturação do mercado. Outros fatores também contribuíram para esta saturação, tais como a maneira como a meta de redução foi definida (baseada em projeções de emissões) e a redução da atividade econômica na região, consequência da crise econômica mundial. Como essas mudanças aconteceram, em sua maior parte, antes do início do mercado, é difícil atribuir a redução de emissões estritamente à eficácia do funcionamento do mercado. O RGGI fornece algumas lições interessantes sobre a importância de trabalhar com informações recentes, já que o perfil de emissões do mercado pode se alterar no período entre o estabelecimento da meta e o início do mercado. Dois aspectos se destacam a partir da experiência RGGI: 1) a importância de rever as projeções de emissões e o estabelecimento da meta mais próximo da data de início do mercado, a fim de evitar uma mudança significativa no perfil das emissões; e 2) a flexibilidade para ajustar a meta do programa e gerenciar excessos de alocação, proporcionando segurança aos participantes do mercado e, ao mesmo tempo, mantendo a integridade ambiental do mesmo. Questões como a criação de benchmarks e a avaliação do risco de carbon leakage

não fazem parte do escopo do mercado RGGI. Como a maioria das permissões no RGGI é leiloada, não há necessidade de estabelecimento de um benchmark para a alocação gratuita de permissões. Em relação ao carbon leakage, esse não é um aspecto relevante porque o mercado RGGI engloba apenas produtores de energia, que não podem realocar suas atividades produtivas com facilidade porque dependem das fontes energéticas locais.

O mecanismo de distribuição das permissões é um aspecto importante do mercado de carbono, uma vez que determina o custo de participação para as entidades reguladas. Um mecanismo de alocação bem desenhado deve distribuir de maneira eficiente as oportunidades de redução entre as entidades participantes, levando em consideração a capacidade de redução de cada setor para absorver custos adicionais. Além disso, o mecanismo de distribuição deve evitar aumentos de preços significativos aos consumidores finais e diminuir o risco de carbon leakage. A análise da experiência dos três mercados citados mostrou que a maioria das iniciativas utiliza a abordagem híbrida, com o EU ETS transitando da alocação gratuita para o aumento gradual do volume de permissões leiloadas e a Califórnia optando pela abordagem híbrida desde a criação de seu mercado. Além da preferência pela abordagem híbrida, outros ensinamentos úteis são:

- A importância dos dados de emissões históricas de GEE ou um mecanismo para garantir que a distribuição das permissões reflita o perfil de emissões do setor regulado. A utilização de dados de GEE ou dados produtivos recentes é importante para garantir que mudanças no mix de geração de energia e no perfil de emissões sejam refletidas na alocação das permissões.

- Flexibilidade para revisar e ajustar a meta do mercado. As dinâmicas que afetam o perfil de emissões dos setores regulados mudam rapidamente. O regulador deve ser capaz de reagir a tais mudanças, proporcionando segurança aos participantes e preservando a integridade do regime.

- O setor de energia deve ter uma fórmula de alocação especial, baseada no leilão de licenças para evitar a geração de windfall profits. O leilão das permissões pode gerar receitas significativas para o regulador. A destinação dessas receitas, entretanto, deve ser claramente definida antes do início do mercado, para evitar questionamentos por parte dos participantes ou a utilização dos recursos com iniciativas não alinhadas aos objetivos do mercado.

Além do mecanismo de alocação de permissões, o estudo analisou também a experiência de mercados existentes na definição de valores de benchmark para sua indústria. Benchmarks são parâmetros essenciais para incentivar as empresas a buscar elevados níveis de eficiência, considerando-se o estado da arte tecnológico aplicável. Os benchmarks, portanto, definem um valor de referência para compensar

as instalações que são mais eficientes. No caso do mercado europeu, o valor de referência de 10% das empresas mais eficientes foi escolhido para garantir que todas as instalações fossem comparadas com as melhores do mercado.

No entanto, a definição de benchmarks não é uma tarefa fácil, e esse estudo buscou ilustrar o processo desenvolvido na União Europeia (UE) e Califórnia para a definição de seus valores de benchmark. De maneira geral, algumas lições que podem ser extraídas da experiência desses dois mercados são:

- A definição de benchmarks de produto é uma abordagem simples e que incorpora o maior número de opções de abatimento possível. Abordagens diferenciadas por tecnologia, mistura de combustíveis, tamanho e idade da instalação, circunstâncias climáticas ou qualidade da matéria-prima dificultam o estabelecimento de um tipo de benchmark para diversas indústrias com processos produtivos diferentes. Ao definir um valor de benchmark em toneladas de GEE por quantidade de produto, o regulador proporciona liberdade ao emissor para eleger a opção de mitigação mais conveniente;

- É necessário um grande volume de informações técnicas sobre o processo produtivo, bem como informações produtivas detalhadas. Em muitos casos, essas informações são confidenciais, por isso é importante garantir que o regulador possua um sistema seguro para coletar e armazenar esses dados;

- A participação dos setores industriais e outras partes interessadas na definição dos benchmarks é essencial. Além de contribuírem com informações técnicas e expertise, a apuração dos valores de benchmark por representantes desses setores é importante para garantir a viabilidade e legitimidade dos mesmos.

Após análise dos dados disponíveis para os subsetores do Estado de São Paulo abordados pelo estudo, verificou-se que o Estado possui uma série de informações que poderiam subsidiar a construção de um tipo de benchmark baseado no uso de combustível. Entretanto, ainda existem lacunas importantes na maioria dos setores, tais como: dados de produção anuais, lista de conexões técnicas e emissões atribuídas a cada processo, etc. Nesse contexto, o Estado deve, na medida do possível, aumentar a quantidade de informações solicitadas nos inventários de GEE de empreendimentos, que se tornaram obrigatórios a partir de 2013. Uma sugestão inicial das informações a serem solicitadas encontra-se na Tabela 8 desse estudo. A sofisticação do inventário de GEE, combinada à construção de uma base de dados de inventários a partir de 2013, possibilitará a criação de benchmarks no futuro.

Finalmente, o estudo analisou a abordagem de cada mercado para identificar o risco de ocorrência de carbon leakage. A imposição de um preço pelo carbono

emitido resulta em efeitos desejáveis e indesejáveis na economia. Por um lado, incentiva aumentos de eficiência no processo produtivo e estimula a entrada no mercado de produtos menos carbono-intensivos. Por outro lado, pode levar ao incremento de uma produção carbono-intensiva fora da região regulada, levando a um aumento de emissões em outras regiões (impacto ambiental) e possível perda de empregos na região controlada, devido à diminuição da produção (impacto social e político).

Por isso, tanto a UE como a Califórnia desenvolveram métricas sofisticadas para medir o risco de carbon leakage e proteger a competitividade de suas indústrias. Em ambos mercados, a análise da exposição comercial (entendida como a intensidade de comércio com países fora do mercado de carbono) e do custo de carbono foram aspectos centrais na definição do risco de ocorrência de carbon leakage.

Ao tentar reproduzir a fórmula de carbon leakage utilizada na Europa para um potencial mercado de carbono em São Paulo, a equipe do projeto encontrou algumas limitações: 1) a matriz insumoproduto do Estado está desatualizada (a última matriz disponível possui dados econômicos de 2004) e 2) os setores econômicos da matriz insumo-produto não estão desagregados conforme a norma ISIC ver. 4, que é a classificação utilizada para o cálculo do custo marginal de abatimento. Assim, a combinação dos dados econômicos com os custos marginais de abatimento não foi possível.

Contudo, a equipe realizou uma análise preliminar do risco de carbon leakage em São Paulo utilizando apenas um dos parâmetros contemplados pela : a intensidade de comércio. Nesse estudo, o parâmetro da intensidade de comércio foi adaptado para considerar o comércio internacional e interestadual.

A análise dos subsetores econômicos de São Paulo, utilizando o critério de intensidade de comércio da UE, produziu resultados interessantes, que são ilustrados na figura 29: considerando-se apenas o comércio internacional, poucos setores estariam expostos ao risco de carbon leakage. Entretanto, se forem incluídas as importações e exportações interestaduais, observa-se que a maior parte dos setores estaria exposta a este risco.

Essa conclusão preliminar deve ser vista com cautela, já que os dados econômicos estão desatualizados em quase uma década e a análise utilizou apenas um dos parâmetros para medição do risco de carbon leakage. Feitas essas ressalvas, é possível verificar que muitos setores produtivos do Estado têm forte relação comercial com estados vizinhos, uma conclusão importante que deve ser levada em consideração na discussão de criação do mercado potencial.

Essa análise preliminar ressalta também a importância da realização de estudos quantitativos e qualitativos mais detalhados, com o objetivo de entender os efeitos do mercado de carbono proposto para São Paulo. Análises atualizadas de

insumo-produto, assim como simulações com modelos de equilíbrio geral, podem ajudar a compreender as consequências desejadas e indesejadas da imposição de um preço de carbono, assim como a identificar medidas que possam auxiliar os setores produtivos a se manter competitivos nacional e internacionalmente.

Em relação às recomendações práticas, o estudo buscou combinar a utilização de iniciativas já existentes (como o registro de inventários de GEE de empreendimentos do Estado de São Paulo e o Núcleo de Articulação Federativa em Clima do governo federal) com as necessidades e lacunas de informação identificadas ao longo do trabalho para sugerir a otimização das plataformas já existentes e sofisticar o processo de coleta de informações e interação entre os governos federal e estadual. Nesse contexto, a equipe chegou às seguintes recomendações e observações para o governo de São Paulo (que valem também para o governo federal):

- O Estado de São Paulo já possui iniciativas importantes de coleta de dados, como o inventário de GEE de empreendimentos, uma iniciativa piloto implementada pela CETESB e que obriga certos empreendimentos a fornecer informações sobre suas emissões a partir de 2013. No entanto, as informações solicitadas neste inventário, no momento, são insuficientes para o desenvolvimento de uma análise detalhada das tendências de emissões dos empreendimentos abrangidos e, principalmente, para a criação de valores de benchmark. Conforme sugestão apresentada na tabela 8 desse estudo, o Estado poderia aumentar o número de informações exigidas no inventário para criar uma base de dados mais robusta. Para incentivar o fornecimento das informações, o Estado poderia oferecer incentivos fiscais ou a extensão do prazo de licenças de operação e/ou licenças ambientais.

- Em segundo lugar, além de solicitar mais informações dos futuros participantes do mercado, o Estado poderia trabalhar para atualizar e melhorar suas próprias informações econômicas, de maneira a permitir uma análise mais aprofundada dos possíveis impactos da criação de um mercado de carbono. A atualização da matriz insumo-produto é imprescindível para possibilitar modelagens mais sofisticadas dos efeitos da imposição de um preço de carbono, seja através da criação do mercado ou imposição de uma taxa de carbono. O governo federal já vem desenvolvendo estudos sobre o tema, e a coordenação das atividades nos âmbitos federal e estadual poderia oferecer uma oportunidade de alinhar as iniciativas estaduais aos desenvolvimentos da política climática nacional. Uma sugestão para a coordenação dessas atividades é apresentada na seção 8.4.

- Além de aperfeiçoar seu sistema de coleta de informações e aprofundar estudos e iniciativas sobre os impactos de instrumentos

de mercado (bem como o engajamento com o setor industrial), o governo do Estado deve avaliar qual é o mecanismo de alocação mais adequado para um possível mercado. Conforme mencionado acima, a distribuição gratuita pode ser um método interessante para as fases iniciais, porém o risco de alocação excessiva de permissões pode minar os objetivos do mercado no longo prazo. Os mecanismos de venda de permissões ou a abordagem híbrida parecem ser mais adequados porque diminuem o risco de alocação excessiva. Porém, em ambos os casos, o regulador deve definir antecipadamente a utilização da receita. A experiência da destinação dos royalties do petróleo no Brasil fornece um exemplo recente de como recursos coletados para compensar uma externalidade negativa podem ser destinados a outros objetivos políticos. Casos semelhantes foram observados em outros mercados estudados (Califórnia e RGGI).

Finalmente, as experiências analisadas demonstram que os mercados de carbono, desde que bem desenhados e flexíveis, tendem a atingir reduções significativas em relação ao cenário base. É importante salientar que os mercados fazem parte de um conjunto de políticas públicas de mitigação, que não devem ser implementadas isoladamente. Mas certamente os mercados foram bem sucedidos na promoção da transição para uma produção industrial menos carbono-intensiva, que é uma consequência direta da precificação de emissões.

1. Introdução

Nos sistemas econômicos predominantes na atualidade, os mercados se tornaram uma instituição central na organização da economia. No tratamento da questão de mudanças climáticas, essa lógica não é diferente e, depois de muitos anos utilizando políticas de comando e controle para gerenciar questões ambientais, mecanismos de mercado têm ganhado destaque como instrumentos para lidar com a questão climática.

O mercado de carbono é um exemplo de mecanismo de mercado criado para alcançar reduções de emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) em larga escala. Através do mercado, o governo impõe um custo às emissões de GEE e cria um incentivo financeiro para as empresas reduzirem suas emissões.

Esse mecanismo de mercado tem sido amplamente utilizado por países desenvolvidos para atingir metas compulsórias ou voluntárias de redução de emissões. Foi um dos instrumentos utilizados pela União Europeia (UE) para atingir sua meta de redução estabelecida no Protocolo de Quioto (2008-2012)[6], e continua sendo um mecanismo importante no mercado de carbono mundial.

No Brasil, a Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC), instituída pela Lei Nacional nº 12.187/2009, estabelece metas de redução voluntárias de 36,1% a 38,9% das emissões projetadas para o ano de 2020, com base nas emissões de 2005. Além disso, o Decreto 7.390/2010, que regulamenta os artigos 6º, 11º e 12º da Lei Nacional, dispõe sobre instrumentos de mercado que poderiam contribuir para atingir o compromisso nacional voluntário ou metas setoriais. Dentre os mecanismos listados, está o mercado de emissões.

No âmbito estadual, o mercado de emissões é um dos instrumentos previstos na Política Estadual de Mudanças Climáticas de São Paulo (PEMC), instituída pela Lei Estadual nº 13.798/2009, que regulamenta o compromisso do Estado de reduzir ou estabilizar suas emissões de GEE. Nesse contexto, o governo do Estado de São

6. European Commission, 2013a

Paulo e entidades parceiras têm buscado compreender e analisar experiências internacionais com mercados de carbono, com o intuito de subsidiar a criação de políticas adequadas para o Estado. Esse estudo faz parte desse esforço.

Na maior parte dos casos, um mercado de carbono funciona com um mecanismo de cap-and-trade, no qual o regulador estabelece um limite (cap) nas emissões das empresas participantes e distribui "direitos de poluir" (ou permissões) comercializáveis (trade) entre os participantes. Enquanto o limite de emissão total de GEE na atmosfera estabelece o nível de ambição do mercado, a alocação de permissões feita pelo regulador às entidades poluidoras distribui a responsabilidade de redução entre os participantes, através da alocação de um determinado número de permissões para cada participante.

Com isso, o governo permite às empresas eleger as medidas de redução de emissões de GEE com o menor custo possível, que se dividem em duas opções principais: 1) investimentos em tecnologia e/ou ações e projetos para diminuir suas emissões internas; ou 2) compra de permissões no mercado. As empresas que enfrentam altos custos de investimento para reduzir suas emissões internamente podem optar por comprar cotas do direito de poluir de outras empresas que apresentam um custo de redução menor e, com isso, têm permissões excedentes. Assim, o mercado permite que as entidades poluidoras troquem permissões entre si.

Em conjunto com outras considerações, a alocação das permissões é um dos aspectos mais importantes do mercado, pois irá influenciar o custo de participação para cada entidade. Existem três métodos principais para a distribuição de permissões em mercados de carbono: 1) a alocação gratuita (também chamada de free allocation); 2) o leilão de permissões (conhecido como auction of allowances); e 3) a abordagem híbrida (ou hybrid approach). Cada método resulta em implicações diferentes para os mercados e influencia a participação das entidades.

Outros aspectos importantes na criação de um mercado (e que estão relacionados à distribuição de permissões) são o estabelecimento de um valor de benchmark para a alocação das permissões e a análise do risco de carbon leakage, ou seja, o risco de transferência de atividades poluidoras de uma localidade A, com restrições de emissão, a outra localidade B, sem restrições, aumentando assim as emissões totais na localidade B. Por serem aspectos extremamente relevantes na alocação de permissões, esses tópicos foram incluídos no escopo desse trabalho. Esse estudo irá analisar o método de distribuição de permissões em três mercados principais: o mercado de carbono europeu (European Union Emissions Trading Scheme – EU ETS), o mercado da Califórnia e o mercado regional dos estados da costa leste americana (Regional Greenhouse Gases Initiative – RGGI). Esses exemplos foram selecionados porque cada iniciativa é representativa de um método de alocação mencionado acima e podem fornecer lições úteis ao objetivo desse trabalho.

O estudo começa com uma introdução ao mercado de carbono (seção 2) e

discussão sobre os mecanismos de alocação de permissões, sua importância e impacto nos mercados (seção 3). A seção 4 apresenta e discute os argumentos prós e contra de cada mecanismo existente. A seção 5 revisa a alocação de permissões em cada um dos mercados mencionados acima e discute lições de cada experiência. Considerações sobre um mecanismo de alocação para São Paulo são feitas na seção 6. A seção 7 está focada na construção de benchmarks e a seção 8, na discussão sobre o risco de carbon leakage. Finalmente, a seção 9 conclui e resume as recomendações para São Paulo.

O objetivo desse estudo é analisar experiências de alocação de permissões anteriores para fornecer subsídios ao governo do Estado de São Paulo e a outros governos (estaduais ou federal) que estejam interessados na criação de um mercado de carbono. Esperamos, com os resultados desse estudo, iniciar uma discussão mais aprofundada sobre a utilização de mecanismos de mercado como instrumentos de política pública para as mudanças climáticas.

Considerações e limitações do estudo

É importante salientar que esse relatório faz parte de um conjunto de estudos sobre o potencial de criação de mercado de carbono em São Paulo, estudos estes que serão mencionados neste trabalho. Os primeiros estudos[7] foram desenvolvidos por Avzaradel Szklo et al (2015) e focam no potencial de abatimento de emissões de GEE de alguns setores selecionados, utilizando uma ferramenta chamada MACTool[8], que permite a análise dos custos marginais de abatimento de cada setor. O uso de tal ferramenta, no entanto, impôs algumas restrições ao trabalho da da Avzaradel Szklo et al, já que a ferramenta permite a introdução apenas de medidas de mitigação relacionadas à queima de combustíveis fósseis e não incluiu medidas que limitam as emissões de processos industriais. Nesse contexto, o escopo do trabalho da da Avzaradel Szklo et al, foi limitado a certos subsetores[9] industriais, que correspondem aproximadamente a 70% das emissões de CO_2 do setor de energia do Estado de São Paulo.

Essas limitações também afetam esse relatório, já que grande parte das sugestões feitas aqui foi baseada nos resultados dos trabalhos da da Avzaradel Szklo et al. Assim, algumas recomendações referentes ao desenvolvimento de valores de benchmark para os setores industriais do Estado, bem como para o desenvolvimento de uma análise robusta do risco de carbon leakage, foram limitadas pela falta de informações sobre as emissões de processos industriais

7. Avzaradel Szklo et al, 2015.

8. MACtool é um software aplicável a estudos que visam avaliar o potencial de redução de emissões de GEE em determinados setores da economia, de modo a permitir uma análise do custo marginal de abatimento de cada setor.

9. Os subsetores analisados são: alimentos e bebidas, cimento, papel e celulose, química, siderurgia, transporte e tratamento de resíduos (Avzaradel Szklo et al, 2015).

e ausência de dados econômicos atualizados e classificados de acordo com a International Standard Classification (ISIC) rev. 04, que foi a classificação utilizada nos estudos da da Avzaradel Szklo et al (2015). A importância de desenvolver estudos mais aprofundados sobre os temas levantados será discutida em cada capítulo correspondente.

Por fim, esse relatório utilizou-se também da análise do marco legal para a criação de um mercado de carbono no Brasil, desenvolvida por Lopes et al, 2015. Devido à ausência de um marco legal claro para subsidiar o estabelecimento de um mercado, alguns aspectos da alocação de permissões (como a distribuição da receita gerada através dos leilões) precisam ser cuidadosamente analisados, como o relatório observa.

2. Introdução ao mercado de carbono e ao sistema de cap-andtrade (limite e comércio)

Ao contrário das políticas de comando e controle, nas quais o governo exige certas tecnologias ou práticas (ex: requisito de usar a melhor tecnologia disponível), ou estabelece um limite de poluição e penaliza (através de multas e compensações) as entidades que desrespeitem esse limite, os mecanismos de mercado atribuem um preço às externalidades[10] do processo produtivo (nesse caso, a poluição) de maneira que o poluidor tenha um incentivo financeiro para reduzir sua poluição.

A partir da assinatura em 1997, no Japão, no âmbito da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (CQNUMC) e, sobretudo, da entrada em vigor[11] do Protocolo de Quioto, muitos países passaram a desenvolver e implementar suas políticas climáticas. Este protocolo foi o primeiro acordo multilateral a fixar um compromisso de redução de emissões de GEE em larga escala para os países desenvolvidos. Esses países foram listados no Anexo I da Convenção-Quadro e, por isso, também são chamados de países do Anexo I. Os países em desenvolvimento, que não possuem metas obrigatórias de redução, são conhecidos como países não Anexo I.

Para ajudar os países do Anexo I a alcançar suas metas de emissões, e para encorajar o setor privado e os países em desenvolvimento a contribuir com os esforços de redução das emissões, os negociadores do Protocolo de Quioto incluíram três mecanismos de mercado, além das ações de caráter nacional ou esforços de redução individuais:

---

10. Externalidade refere-se do efeito ou consequência secundária de um processo produtivo. Ela pode ter natureza negativa, quando gera custos para os demais agentes (poluição atmosférica, de recursos hídricos, etc.), ou natureza positiva, quando os demais agentes, involuntariamente, se beneficiam (investimentos governamentais ou privados em infraestrutura e tecnologia).

11. Tecnicamente, apesar de assinado em 1997, para entrar em vigor o protocolo de Quioto deveria ser ratificado por pelo menos 55 governos que, juntos, contabilizassem, no mínimo, 55% das emissões de CO2 mundiais, calculadas segundo os níveis de 1990. Este fato ocorreu somente em 2005, quando a Rússia, o Japão, o Canadá e a Nova Zelândia ratificaram o protocolo.

1. Mercado de emissões: as obrigações de redução de cada país são interpretadas como uma cota nacional de emissão. Se um país não usa completamente sua cota de emissão, pode vender porções não utilizadas de sua cota para outro país;

2. Implementação Conjunta (IC): mecanismo no qual os países do Anexo I podem agir em conjunto para atingir suas metas. Assim, se um país não conseguir reduzir suficientemente suas emissões, pode firmar um acordo com outro país que será capaz de reduzir suas emissões além do necessário. O mecanismo de implementação conjunta permite ao país emissor atingir suas metas de redução, enquanto o país hospedeiro se beneficia de investimentos estrangeiros e transferência de tecnologia;

3. Mecanismo de desenvolvimento limpo (MDL): esse mecanismo permite a geração de créditos de carbono através de projetos de redução de emissões em países em desenvolvimento (não Anexo I). Estes créditos podem se transformar em Reduções Certificadas de Emissões (RCEs), que representam uma tonelada de CO2e, que podem ser vendidas para países do Anexo I. As RCEs representam uma opção mais econômica para o cumprimento das metas de redução dos países desenvolvidos.

Nesse contexto, o mercado de emissões tornou-se um instrumento importante para a redução de emissões em larga escala, e foi reproduzido em âmbitos nacionais e subnacionais, como é o caso do mercado de emissões europeu (European Union Emissions Trading Scheme, EU ETS), que é o principal mecanismo da União Europeia para atingir reduções de GEE em seus 27 estados-membros. É importante ressaltar, no entanto, que existem outras políticas para a redução de emissões na União Europeia, tais como metas para a geração de energia a partir de fontes renováveis e metas de eficiência energética para edifícios e residências, além de políticas específicas para emissões de carros e vans, entre outras.[12]

O mercado europeu está baseado no sistema cap-and-trade (limite e comércio) de emissões. Nesse sistema, o governo ou órgão regulador estabelece um limite total para as emissões durante um período de tempo específico e concede um número fixo de permissões aos poluidores. Cada entidade poluidora deve promover reduções internas de GEE (através de investimos em tecnologias mais limpas) de modo a emitir quantidades de GEE compatíveis com as permissões recebidas, ficando dentro do limite total pré-estabelecido. Se um poluidor não usa todas as suas permissões, pode comercializá-las com outra entidade que não tenha capacidade (técnica, financeira ou qualquer outra) de emitir apenas aquilo que lhe foi permitido e necessita de mais permissões. No caso do mercado de carbono, cada permissão corresponde a uma tonelada de dióxido de carbono equivalente (tCO2e). Além de comprar permissões excedentes de empresas que

não utilizaram todas as suas permissões, os poluidores podem adquirir créditos de carbono (Reduções Certificadas de Emissões, RCEs) provenientes de países ou setores que não tenham uma meta de redução.

O objetivo do mercado de carbono é fornecer aos poluidores opções para reduzir suas emissões da maneira mais econômica possível através de: 1) aquisição de permissões de poluição; 2) utilização de tecnologias menos poluentes; ou 3) compra de créditos de carbono no mercado.[13] Ao fornecer essas alternativas, o regulador permite aos poluidores escolher a opção de redução que apresente o menor custo marginal de abatimento, ou seja, o menor custo de investimento por tonelada de GEE que deixa de ser emitida.

No sistema cap-and-trade, o limite de emissões (cap) determina o nível de ambição do programa, enquanto o componente comercial (trade) pretende fazer com que esse limite seja alcançado da maneira mais eficaz em termos de custo-benefício para as empresas participantes. Além do estabelecimento do limite, a distribuição de permissões e o monitoramento do cumprimento das metas de redução determinam se o sistema conseguirá alcançar o objetivo para o qual foi desenhado.

Uma vez definido o limite, deve-se decidir como distribuir as permissões. Este é um dos aspectos mais contenciosos de qualquer programa que limite a emissão de uma substância poluente, principalmente quando essa substância é motor chave das economias, como no caso dos combustíveis fósseis, fonte principal de emissões de GEE.

Existem diversas maneiras de distribuir permissões entre as entidades participantes, e cada método terá certas implicações para o mercado e para os próprios participantes. A seleção do mecanismo de distribuição (ou alocação) de permissões irá depender de diferentes fatores, tais como o objetivo do mercado, os setores envolvidos e a necessidade de compensar consumidores por eventuais aumentos de preços, entre outros fatores. Esses aspectos serão descritos e discutidos na próxima seção, bem como suas consequências em cada mercado.

---

12. European Commission, 2013 b

13. Porém, muitas vezes, o volume de emissões que pode ser compensado com créditos de carbono é limitado, para estimular as empresas a reduzir emissões internamente, através de melhorias no processo produtivo.

3. Mecanismos de alocação: definições, relevância e características

No sistema cap-and-trade, o regulador estabelece um limite ao volume total de GEE que pode ser emitido em um determinado período e divide este volume entre as entidades participantes. Essas entidades podem ser empresas, instituições públicas ou até consumidores finais. Como a maior parte da poluição é gerada por grupos industriais com atividades energo-intensivas, normalmente essas são as entidades participantes do mercado e que recebem uma meta de redução. Portanto, cada empresa tem uma cota de GEE, ou seja, um volume máximo de GEE que pode ser emitido por ano. Nesse mercado, cada empresa pode alcançar sua meta de emissão utilizando as permissões que recebeu do regulador, através da compra de permissões no mercado ou através da aquisição de um volume limitado de créditos de carbono. Há, portanto, um incentivo para que as empresas escolham a maneira mais economicamente eficiente de reduzir suas emissões.

O mecanismo utilizado pelo regulador para distribuir permissões entre os participantes é um dos elementos mais importantes na criação de um mercado de carbono, já que irá determinar o custo de participação no mercado. Ao limitar o volume de poluição total e atribuir um determinado número de permissões para cada entidade, o regulador está atribuindo um preço à emissão de cada tCO2e e, portanto, determinando o custo de participação de cada empresa no mercado. Esse custo irá depender de dois fatores: 1) o preço das emissões no mercado; e 2) quantas permissões a empresa precisará comprar. Quanto maior o número de permissões que certa entidade recebe, menor o número de permissões extras que terá que comprar no mercado (ou menor será o esforço de reduzir as emissões internamente) a fim de cumprir sua meta de redução.

A distribuição (ou alocação) de permissões é, portanto, um elemento importante que irá afetar os participantes, bem como o funcionamento do mercado de diversas maneiras, tais como:

- Distribui o custo de redução das emissões entre os participantes do mercado: a ideia básica é que, ao limitar o volume total de GEE, o regulador atribui um custo de emissão aos participantes do mercado, que devem realizar investimentos para reduzir suas emissões. Através da alocação de um determinado número de permissões a grupos

específicos, o regulador está dividindo o custo de redução de GEE entre os participantes e, com isso, pode favorecer alguns setores em detrimento de outros (dependendo de características específicas de cada setor, como a capacidade de redução do setor, o risco de carbon leakage, etc.). Esses aspectos serão discutidos com mais detalhes adiante;

- Cria um novo instrumento de comercialização (permissões), com valor de mercado: as permissões, mesmo quando distribuídas gratuitamente, têm um valor quando são negociadas no mercado secundário.[14] Portanto, a criação deste novo instrumento de mercado incrementa a lista de ativos detidos pelas empresas e que podem ser convertidos em receita, através da venda dos mesmos;

- Cria uma opção de compensação aos participantes e fornece liquidez ao mercado: a alocação gratuita ou a aquisição de permissões no mercado representa, muitas das vezes, uma solução mais econômica do que a redução de emissões internas com investimento em novas tecnologias. Embora um dos objetivos do mercado seja promover a produção industrial com tecnologias menos poluentes, algumas destas tecnologias são muito custosas, portanto, é importante oferecer alternativas de redução mais baratas às empresas. Além disso, a comercialização de permissões entre os participantes gera liquidez e torna o mercado menos suscetível a variações significativas de preço;

- Melhora a transparência e os reguladores podem utilizar a receita gerada através da venda de permissões para corrigir eventuais distorções do mercado: a troca de permissões entre empresas aumenta a transparência do mercado, pois permite conhecer as empresas que têm maior demanda por permissões e as empresas que possuem excesso. Além disso, a criação de um mercado de carbono pode levar a aumentos dos preços gerais da economia (já que os emissores tendem a repassar o custo adicional do carbono aos consumidores). Em um mercado no qual as permissões são vendidas aos participantes, a receita gerada por essa venda pode ser utilizada pelo governo para compensar os consumidores pelo aumento de preços, através de isenções fiscais ou diminuição da taxa de impostos em alguns produtos específicos.

14. Entende-se como secundário o mercado no qual o vendedor não é o proprietário original do ativo. No caso do mercado de permissões, quando uma empresa repassa uma permissão recebida do regulador para outra empresa, configura-se uma transação do mercado secundário.

Existem diferentes métodos de alocação de permissões, que vão desde a distribuição gratuita até o leilão de 100% das permissões disponíveis. Normalmente, o objetivo geral de um mecanismo de alocação é apoiar o mercado a alcançar reduções com o menor custo total possível. No entanto, o método de alocação escolhido pelo regulador vai depender também de outros vários fatores, tais como: o objetivo do mercado, a aceitação pública do mesmo, características específicas dos setores abrangidos, etc. A fim de apoiar tal objetivo, vários aspectos devem ser considerados ao decidir o método de alocação, tais como:

- O regulador deve levar em consideração a capacidade de redução de emissões de cada setor: devido a características intrínsecas de cada setor (tecnologias de abatimento disponíveis, custos de redução, número de empresas no setor, investimentos já realizados, etc.), o potencial de redução de alguns setores pode ser limitado;

- O mecanismo de alocação deve ser equitativo e evitar ou minimizar as distorções do mercado: deve-se evitar que certos setores econômicos (como os consumidores finais, por exemplo) sejam desproporcionalmente afetados com o aumento dos preços na economia;

- Da melhor forma possível, o mecanismo de alocação deve lidar com o risco de carbon leakage, ou seja, evitar que as empresas transfiram suas atividades produtivas para outras localidades onde as políticas de redução de emissões sejam mais brandas ou ausentes.

Uma vez definidos os objetivos do mercado e conhecidas as capacidades de redução de cada setor (bem como sua exposição ao risco de carbon leakage), o regulador deve escolher o mecanismo de alocação que melhor responda a esses critérios.

4. Mecanismos de alocação: a lógica de cada modelo

Existem três métodos principais para alocar permissões em um sistema cap-and-trade: a distribuição gratuita (também chamada free allocation); o leilão de permissões (conhecido como auction of allowances); e a alocação híbrida (hybrid approach). A próxima seção irá apresentar a lógica e justificativa de cada método e discutir suas principais vantagens e desvantagens. O relatório, em seguida, apresenta um exemplo de cada método de alocação em mercados existentes.

4.1 Alocação gratuita (Free Allocation)

A alocação gratuita é o mecanismo através do qual o regulador distribui gratuitamente permissões de emissão aos participantes. A alocação destas permissões geralmente se dá com base no volume de emissões passadas das empresas, ou seja, o regulador analisa dados de emissão históricos e projeta as emissões futuras com base nessas informações. Outras formas de alocação gratuita podem incluir alocação com base nas vendas totais ou nos volumes de produção, ou na distribuição igualitária entre todos os participantes. Há várias razões para distribuir as permissões gratuitamente, sendo a principal delas a redução do custo para cada empresa. Através da alocação gratuita, o regulador permite aos emissores compensar parte ou o total de suas emissões de graça, reduzindo, portanto, seu custo de participação. Num contexto de oposição dos setores afetados à criação do mercado, a utilização da alocação gratuita pode diminuir essa resistência. Alguns autores (Deutsche Bank Research, 2010) argumentam que a criação do EU ETS teria sido altamente improvável sem tal concessão para a indústria no início do funcionamento do mercado.

A alocação gratuita também é utilizada para prevenir ou reduzir o risco de carbon leakage. O risco de carbon leakage é definido como o risco de empresas poluidoras transferirem suas atividades produtivas para um local sem restrições de emissões. Indústrias energo-intensivas e que estão expostas à forte concorrência internacional e regional são particularmente sensíveis a este risco, já que seus concorrentes podem estar localizados em regiões sem o custo de mitigação do carbono. Neste cenário, o regulador pode alocar permissões gratuitas para compensar setores mais expostos ao risco de carbon leakage.

Entretanto, a distribuição gratuita apresenta algumas desvantagens amplamente discutidas por alguns autores.

Primeiramente, a distribuição gratuita representa uma transferência única de riqueza do governo concedente às entidades que as recebem, já que o governo abdica da receita potencial que poderia obter com a venda das permissões (Jegou e Rubini, 2011). De acordo com Wooders et al. (2009), esta receita poderia chegar a bilhões de dólares por ano no caso da União Europeia (UE) ou dos Estados Unidos. Isto sugere que o público tem um interesse legítimo em questionar se essa política (distribuição gratuita) é uma utilização eficiente dos recursos públicos (Jegou e Rubini, 2011).

Além disso, vale ressaltar que a decisão empresarial de transferir suas atividades produtivas para outra região está baseada em uma série de fatores, tais como: disponibilidade de matéria-prima e custos de mão de obra, logística e regime fiscal. É improvável que a existência de uma regulação de emissões represente um custo mais significativo do que esses outros fatores. Devido ao grande número de aspectos que pode influenciar a decisão de localização das empresas, é difícil isolar o custo de carbono como único aspecto que levaria empresas a realocarem suas atividades.

Uma avaliação recente do mercado de carbono europeu mostrou que não há evidências da ocorrência de cabon leakage em setores energo-intensivos, tais como siderurgia, refinaria, cimento, papel e celulose. O estudo avaliou o período de 2005 a 2012 e conclui que, embora houvesse aumento de importações e/ou diminuição de exportações em alguns setores, isso se deve, em grande parte, a flutuações da demanda global e variações de preço de matérias-primas (principalmente energia).

Nesse contexto, o estudo ressalta que a alocação gratuita aparentemente foi uma medida bem sucedida para evitar o carbon leakage, mas foi influenciada por outros fatores, tais como: a disponibilidade de um volume de permissões excessivo e emissões de GEE mais baixas do que o esperado, devido a uma menor produção industrial no período (Bolscher et al. 2013).

Porém, mesmo que as permissões sejam distribuídas gratuitamente, ainda é possível haver elevação do custo para o consumidor final, já que as empresas repassariam seu "custo de oportunidade" aos seus produtos (isto é, o preço que as permissões teriam no mercado). Isto ocorre porque as empresas tendem a aumentar seus preços aos consumidores para refletir o custo teórico das permissões, mesmo não tendo pago esse custo. Nesse caso, as empresas se beneficiariam duplamente: primeiro, receberiam receitas mais elevadas por parte dos consumidores (assumindo volumes de venda estáveis) e, em segundo lugar, não enfrentariam os custos do sistema cap-and-trade.

Em um estudo experimental que simula o comportamento de grandes e pequenos emissores, Burtraw et al. (2009) conclui que o custo de oportunidade das permissões gratuitas é integralmente repassado ao produto, resultando nos chamados "windfall profits": o ganho dos pequenos emissores dobrou com as permissões gratuitas e a receita dos grandes emissores aumentou de maneira ainda mais acentuada (Burtraw et al., 2009). Estes resultados são condizentes com o comportamento observado em alguns produtores de energia europeus que receberam um volume significativo de permissões gratuitas de seus governos nacionais na primeira fase do EU ETS e, ainda assim, aumentaram seus preços ao consumidor final. Este foi o caso da empresa RWE, repreendida pela autoridade antitruste[15] alemã, devido ao aumento da tarifa de energia elétrica (5% ao ano). A RWE reconheceu a cobrança das permissões gratuitas, dizendo que "... embora a empresa tenha recebido as permissões gratuitamente do governo, elas possuíam valor de mercado."[16]

No entanto, é importante mencionar que nem todas as empresas têm a capacidade de repassar o custo de oportunidade aos seus consumidores. A capacidade de repassar o custo de oportunidade está diretamente relacionada ao nível de competição internacional enfrentado por cada setor industrial. Empresas que enfrentam forte competição internacional de concorrentes fora do mercado de carbono tendem a ter uma capacidade limitada de repassar custos aos consumidores, já que qualquer aumento de preço poderia representar uma perda de market share. Já os setores que não enfrentam forte competição internacional podem repassar todo, ou pelo menos parte, do custo de oportunidade e, portanto, manter suas margens de lucro estáveis.

É importante lembrar também que a capacidade de repassar custos é um aspecto dinâmico de cada setor, pois está relacionada a outros elementos competitivos que variam com o tempo, tais como: custos de transporte, custos de produção, logística, características do produto, etc. Assim, a capacidade de repassar custos de cada setor deve ser revisada periodicamente.

Devido aos argumentos discutidos acima, alguns autores (Hepburn et al. 2006) defendem que o mecanismo de leilão apresenta maior eficiência econômica e transparência, e parece ser menos vulnerável à manipulação política. Contudo, os benefícios da alocação gratuita não devem ser negligenciados, já que ela facilita a aprovação da legislação de cap-and-trade e, em certa medida, reduz o custo do mercado para as empresas participantes.

---

15. Para uma referência sobre a decisão da autoridade antitruste alemã, favor verificar BKartA (2006) na bibliografia desse estudo.

16. New York Times, 2008

4.2 Leilão de permissões (Auction of allowances)

O leilão é um sistema de distribuição no qual o regulador vende permissões para os participantes do mercado através de leilões regulares. Com isso, o regulador gera uma receita que pode ser utilizada para compensar possíveis aumentos de preço. O leilão de permissões contribui para a transparência do mercado, uma vez que revela o preço real que os emissores estão dispostos a pagar por cada permissão. Por outro lado, a venda de permissões enfrenta forte oposição dos emissores, que alegam que esse mecanismo irá implicar num aumento significativo de custos que serão repassados ao consumidor.

Em termos puramente econômicos, o leilão parece ser mais eficaz do que a distribuição gratuita. A análise econômica dos mecanismos de alocação concentra-se em dois aspectos principais: o seu custo-benefício, na medida em que permite aos atores reduzir suas emissões com o menor custo possível; e seu efeito distributivo, isto é, como a alocação irá impactar a economia como um todo.

Burtraw et al. (2001) compara o custo-benefício de diferentes mecanismos de distribuição (leilão, distribuição gratuita e o generation peformance standard - GPS) para o setor elétrico dos Estados Unidos. O GPS é um mecanismo de distribuição de permissões para o setor elétrico no qual a alocação inicial de permissões é equivalente à contribuição daquela empresa para o volume total de eletricidade gerado. Normalmente, esse tipo de alocação é utilizado para produtores que queimam combustíveis fósseis e produtores de energia renovável (com exceção de hidrelétricas). O GPS não será discutido nesse documento porque é específico para o setor de eletricidade. O autor conclui que o leilão de permissões é significativamente menos oneroso que os outros mecanismos, representando menos da metade do custo da alocação gratuita ou do GPS.

Uma conclusão similar é atribuída a Farber (2012a) ao analisar a equidade social dos sistemas de cap-and-trade: ele argumenta que as permissões gratuitas compensam as empresas desproporcionalmente pelos custos de promover reduções e, devido ao seu impacto significativo sobre as famílias de baixa renda com a alta dos preços de energia, seria mais interessante adotar o leilão e utilizar sua receita para compensá-las e melhorar a equidade do sistema.

Neste sentido, em relação ao efeito distributivo, o mecanismo de "reciclagem de receita" parece ser uma grande vantagem do sistema de leilão de permissões, já que a receita do leilão pode ser utilizada para criar uma ampla base de compensação da população através de reduções de impostos ou isenções. O leilão também gera receitas que podem ser destinadas a pesquisa e desenvolvimento, ou investimentos em créditos fiscais para promover tecnologias inovadoras. A receita do leilão também pode ser utilizada para compensar diretamente os trabalhadores afetados, através da redução de impostos sobre o consumo, beneficiando assim todos os contribuintes.

Contudo, a utilização da receita dos leilões deve ser claramente definida quando da criação das regras do mercado para evitar questionamentos futuros. Como regra geral, a receita obtida com a atribuição de um preço às emissões de GEE deve ser destinada a programas e iniciativas para a redução desses gases, para manter a coerência com o objetivo do mercado. Entretanto, a definição da utilização de receitas governamentais varia em cada jurisdição e, em alguns casos que serão apresentados nesse estudo, os recursos dos leilões foram utilizados para cobrir déficits orçamentários, o que gerou questionamento por parte das empresas e processos judiciais contra o regulador do mercado. Por isso, é importante garantir transparência e congruência na utilização dessa receita.

Melhores práticas e desafios

É inegável que a venda de permissões irá aumentar a transparência do mercado, já que revela o preço que as empresas estão dispostas a pagar por cada permissão. Um mercado eficiente deve fornecer indicações dos preços reais das permissões e, portanto, informações sobre o custo marginal de redução de emissões. Ao definir um preço mínimo para as permissões através do leilão, o regulador fornece um valor indicativo para o ativo, que é apoiado ou não pelos participantes do mercado.

No entanto, a criação de um sistema cap-and-trade é uma decisão política, e os policy makers precisam de apoio da opinião pública para aprovar suas agendas. Geralmente, as indústrias afetadas apresentam forte resistência à abordagem de leilões, e seu poder de lobby tem impedido, em muitos casos, o uso deste mecanismo. Stavins (1998) argumenta que o principal motivo para a escolha da distribuição gratuita utilizada em alguns dos instrumentos de mercado criados nos Estados Unidos (como o mercado de SO2, principal substância causadora da chuva ácida) é o fato de que as permissões gratuitas são menos problemáticas para os legisladores, já que o preço do carbono imposto sobre as indústrias é indireto, havendo, portanto, menos oposição ao mecanismo, bem como menor necessidade de regulação do sistema.

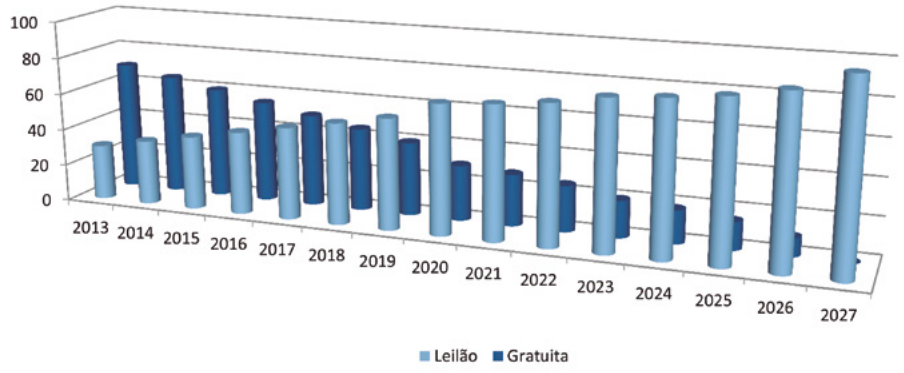
Portanto, apesar de ser economicamente mais eficaz, o leilão de permissões é a exceção, e não a regra (Hepburn et al., 2006). A receita reciclada pode ser usada para compensar os impactos desproporcionais, tanto para os consumidores quanto para as indústrias, porém dúvidas têm sido levantadas sobre a utilização adequada dos recursos.[17] O mecanismo, no entanto, aumenta a eficiência e equidade do mercado, uma vez que constitui uma forma direta de implementação do princípio poluidor pagador.[18] Alternativas têm sido estudadas para combinar distribuição gratuita e leilões, a fim de alcançar um equilíbrio entre a eficiência econômica e a aceitação política. Esta alternativa é chamada de abordagem híbrida, e será discutida a seguir.

4.3 A abordagem híbrida (The hybrid approach)

A abordagem híbrida para a distribuição de permissões combina o leilão da maioria das permissões com a distribuição gratuita de um determinado número de permissões para os setores mais afetados. O objetivo dessa abordagem é integrar o melhor dos dois mecanismos, ou seja, a eficácia do sistema de leilão e redução de custos do sistema de distribuição gratuita. Na abordagem híbrida, a distribuição gratuita está focada em setores específicos, que: (1) enfrentam aumentos de custos significativos com a criação do mercado; e (2) estão mais expostos à concorrência externa.

Na maioria dos casos, certa quantidade de permissões gratuitas é distribuída no início de cada nova fase do mercado e o restante das permissões é leiloado. A cada ano, o volume de permissões gratuitas diminui enquanto o volume de permissões leiloadas aumenta, conforme ilustrado na Figura 1. Setores particularmente sensíveis ao risco de carbon leakage podem receber 100% de suas permissões gratuitas. Alguns economistas argumentam que o volume de permissões gratuitas que precisa ser distribuído para compensar perdas de receita é bastante baixo. Por exemplo, numa simulação para o setor de eletricidade dos EUA, Burtraw (2002) conclui que a distribuição gratuita de apenas 7,5% do volume total de permissões seria suficiente para compensar a indústria pelas perdas de suas receitas.

Figura 1 – Exemplo ilustrativo da alocação híbrida



Fonte: Thomson Reuters Point Carbon (TRPC)

17. Cramton e Kerr (2002) mencionam essa preocupação da indústria em seu estudo. Em resposta, os autores argumentam que o congresso americano deve arrecadar cerca de USD 125 bilhões por ano em receitas de leilões de permissões e, portanto, o Congresso será pressionado a utilizar tais recursos de maneira transparente e, provavelmente, mais direcionada a questões sociais.

18. O princípio do poluidor pagador consiste em obrigar o poluidor a arcar com os custos da reparação do dano por ele causado ao meio ambiente.

Vários estudos demonstram os benefícios da abordagem híbrida. Em um estudo experimental realizado por Benz e Ehrhart (2007), os autores concluem que a combinação do sistema de distribuição gratuita com o leilão duplo.[19] de permissões gera sinais confiáveis de preços, que devem refletir a escassez de permissões em um mercado bem estruturado.

Em uma revisão do sistema de alocação do EU ETS feito em 2006, Hepburn et al. (2006) defendem o aumento do uso de leilões, especialmente para o setor elétrico. Segundo os autores, uma maior utilização de leilões maximizaria a eficácia e eficiência interna do sistema e as receitas do leilão poderiam ser utilizadas para apoiar investimentos de longo prazo em tecnologias limpas na Europa (Hepburn et al., 2006).

Uma desvantagem da abordagem híbrida pode ser a complexidade em implementá-la. Devido a vários problemas enfrentados com a distribuição gratuita com base em emissões históricas (que serão discutidos posteriormente), a alocação gratuita na abordagem híbrida é geralmente feita através da criação de benchmarks para a indústria: o regulador define um benchmark para as emissões por unidade de produto de cada setor (tCO_2e/produto) e as empresas recebem um número equivalente de permissões de acordo com esse benchmark.

No entanto, definir valores de benchmark para as indústrias não é uma tarefa fácil, e as empresas que não concordam com o valor estabelecido pelo regulador podem iniciar longos processos judiciais. Por exemplo, a associação europeia de aço (Eurofer) iniciou uma ação judicial em 2011 contra a Comissão Europeia (CE) por considerar o valor de benchmark estabelecido para o setor siderúrgico irrealista. O processo judicial ainda está em andamento.[20]

Além da complexa tarefa de definição dos valores de benchmark, o regulador deve possuir capacidade institucional para organizar e gerenciar os leilões, além de selecionar uma entidade para supervisionar o mercado e evitar atividades especulativas. A organização de leilões requer a seleção de uma entidade independente, com capacidade para processar um grande volume de informações e fornecer um ambiente eletrônico seguro de negociação das permissões. O regulador também deve contratar uma instituição financeira para coordenar os fluxos financeiros relacionados às vendas e repassar a receita ao regulador.

Uma terceira entidade independente é necessária para supervisionar o mercado e evitar que participantes manipulem os preços dos leilões, além de monitorar as

---

19. No leilão duplo, vendedores fazem lances de oferta e compradores fazem lances de demanda simultaneamente. O preço de fechamento do leilão é estabelecido no intervalo entre os lances de oferta e demanda, dependendo das regras estabelecidas.

20. Eurofer, 2011

transações para evitar duplicação da venda de uma mesma permissão (que deve ser identificada com uma numeração única).

A frequência dos leilões é outro aspecto importante a ser considerado. Se, por um lado, leilões frequentes aumentam a liquidez do mercado, isso pode elevar consideravelmente os custos de transação do programa, já que a entidade organizadora cobra tanto do regulador quanto das empresas participantes. Esse custo pode ser especialmente elevado para pequenas empresas, que não teriam condições de participar de todos os leilões.

Esses desafios também estão presentes no mecanismo de alocação baseado apenas na venda das permissões. Porém, a alocação híbrida é mais complexa, já que, além de criar o arcabouço para a realização dos leilões, o regulador deve estabelecer critérios para a alocação gratuita de permissões, que normalmente precede a fase de leilões.

A abordagem híbrida parece fornecer um equilíbrio adequado entre a eficiência e a transparência do sistema de leilão e de compensação aos setores internacionalmente expostos. Apesar de sua complexa implementação, é o método de alocação preferido por economistas.

5. Revisão do mecanismo de alocação em três mercados

Esta seção irá discutir o mecanismo de distribuição de permissões em três mercados principais: o mercado europeu (European Union Emissions Trading Scheme, EU ETS), o mercado da Califórnia e o mercado regional da costa leste dos Estados Unidos (Regional Greenhouse Gases Initiative, RGGI). Esses mercados foram selecionados porque são exemplos emblemáticos dos três mecanismos de distribuição discutidos anteriormente: as duas primeiras fases do EU ETS foram baseadas principalmente na distribuição gratuita, o mercado da Califórnia é um exemplo atual da abordagem híbrida e o RGGI optou pelo leilão de permissões desde seu princípio.

O documento vai apresentar as principais características de cada mercado, a justificativa para a escolha de cada método e discutir as lições aprendidas em cada experiência.

5.1. O mercado europeu (EU ETS)

Em 2012, o mercado europeu negociou 7,5 Gt CO2e (gigatoneladas de dióxido de carbono equivalente) ao valor total de € 54,6 bilhões, correspondente a 88% do valor do mercado de carbono global. O EU ETS não é apenas o maior contribuinte para o mercado global[21] de carbono, mas serviu também como um laboratório para observar o que funciona e não funciona em um sistema cap-and-trade. Desde sua primeira fase (piloto), em 2005-2007, passando pela fase 2 (2008-2012) até a fase atual (2013-2020), o método de distribuição de permissões passou por diversas modificações, ilustrando os diferentes desafios encontrados em cada método de alocação.

5.1.1. A alocação no mercado europeu nas fases 1 e 2

O EU ETS começou em 2005, combinando os esforços de redução de 27 estados-membros. O mercado foi criado para garantir que a Europa cumprisse sua meta de redução de emissões de 8% a partir de diferentes anos bases (1990 para a maioria dos países), estipulada no Protocolo de Quioto para o período de 2008-2012. Para alcançar esse objetivo, a CE utilizou a primeira fase do mercado (2005-2007) como uma fase de experiência (learning-by-doing phase), para garantir que as

empresas e os governos nacionais se familiarizassem com as regras do mercado.

Alinhar os esforços de redução de GEE de 27 estados-membros não é uma tarefa fácil e, a fim de conceder soberania a cada país para determinar sua trajetória de redução de emissões, a CE adotou uma abordagem bottom-up[22] para a alocação de permissões. Nessa abordagem, cada país apresentou seus Planos Nacionais de Alocação (NAPs, na sigla em inglês) e a CE aprovava ou rejeitava os NAPs de acordo com 12 critérios estabelecidos na diretiva do mercado europeu. Os NAPs apresentavam a alocação de permissões para os setores industriais de cada país.

Leilão versus distribuição gratuita: Nas fases 1 e 2, respectivamente, pelo menos 95% e 90% das permissões foram alocadas gratuitamente. A maioria dos estados-membros alocou 100% de suas permissões gratuitamente e apenas alguns países (Alemanha e Reino Unido) leiloaram cerca de 70 $MtCO_2e$, em média, ao longo da fase 2 (2008-2012).

A distribuição de permissões nas fases iniciais do mercado europeu recebeu, portanto, muita atenção. Muitos estados-membros utilizaram uma abordagem de duas etapas para determinar a quantidade de permissões a serem alocadas para cada empresa.

A primeira etapa envolveu o cálculo de uma reserva de permissões para cada setor, com base na combinação de emissões históricas e benchmarks. Os setores foram divididos em dois grupos principais: produtores de energia e outros setores industriais, com algumas exceções feitas para empresas de cogeração. Os setores industriais receberam a maior parte das permissões e, dentro desse grupo, empresas mais vulneráveis ao risco de carbon leakage (como empresas do setor siderúrgico e cimenteiro) foram privilegiadas.

Na segunda etapa, as permissões foram concedidas com base na quota de emissões históricas de cada setor. No entanto, alguns estados-membros (por exemplo, Dinamarca e Espanha) descartaram a alocação em duas etapas, e passaram diretamente para a alocação das permissões de acordo com o volume total de permissões disponíveis. Regras especiais foram criadas para novas empresas e para instalações que encerraram suas atividades durante o mercado, já que elas devem devolver as permissões ao regulador.

---

21. Thomson Reuters Point Carbon, 2013a

22. Na abordagem bottom-up, cada estadomembro define sua alocação de permissões individualmente e submete esse documento à CE. O oposto desse mecanismo é a abordagem centralizada, ou top-down, na qual a CE determinaria a alocação de permissões para os estados-membros.

A utilização da distribuição gratuita (versus leilões) foi principalmente uma questão de conveniência política, já que era necessário aplacar grandes emissores e consumidores de produtos energo-intensivos, que não queriam arcar com custos mais elevados. Ou seja, a distribuição gratuita diminuiu os obstáculos políticos para o lançamento do mercado. No entanto, outras razões para a alocação gratuita incluem (Deutsche Bank Research, 2010):

- A alocação gratuita é um mecanismo simples e de fácil compreensão;
- A organização de leilões exige certa infraestrutura e capacidade institucional (tal como a seleção de uma entidade organizadora e criação de um sistema eletrônico de transferência de permissões e receitas), que os estados-membros não tinham na época e que não são construídas facilmente;
- A distribuição gratuita permite maior controle por parte dos estados-membros, e permitiu aos governos conceder uma parcela maior de permissões a grupos industriais mais expostos ao risco de carbon leakage.

Banking (transferência) e borrowing (empréstimo) de permissões: banking trata da possibilidade de transferir permissões recebidas em uma fase do mercado para utilização na fase posterior. Esse mecanismo fornece às empresas flexibilidade para definir sua estratégia de participação: elas podem "guardar" as permissões recebidas em uma fase, na qual o preço das permissões está baixo, e utilizá-las na fase seguinte, quando o preço das permissões pode estar mais alto e a compra de permissões no mercado representaria um custo mais elevado.

Para evitar saturação do mercado, o banking não foi permitido entre as fases 1 e 2. Como consequência, as permissões da fase 1 que não foram utilizadas perderam seu valor comercial, e seu preço chegou a zero no final de 2007. A transferência de permissões da fase 2 para a fase 3 é permitida, o que garante que as permissões da fase 2 continuem a ter valor no mercado.

O borrowing, ou empréstimo de permissões, é o mecanismo contrário: as empresas podem pegar permissões "emprestadas" de fases futuras para utilização na fase atual. Entre outros propósitos, o mecanismo de empréstimos de permissões permite às empresas postergar investimentos em redução de emissões e alinhá-los ao seu ciclo de investimentos.

O borrowing não é permitido no mercado europeu.

Benchmarking versus alocação baseada em emissões históricas: a escolha entre benchmark e alocação baseada em emissões históricas variou entre os estados-membros, porém, de maneira geral, os NAPs apresentaram benchmarks para empresas do setor elétrico e a alocação baseada em emissões históricas para os setores industriais, com alocações mais favoráveis aos setores mais expostos ao risco de carbon leakage.

A alocação por benchmarks, que tendem a se basear na melhor tecnologia disponível, é muitas vezes mais rigorosa. É um método adequado para o setor de eletricidade, já que esse setor pode repassar custos adicionais aos seus consumidores com certa facilidade, e não é considerado susceptível ao risco de carbon leakage.[24]

Além disso, o setor de energia tende a ser mais uniforme e, por isso, a definição de benchmarks padronizados para cada tipo de combustível utilizado é mais fácil. Este método é melhor porque beneficia as empresas mais eficientes e, por isso, apresenta benefícios ambientais adicionais. Em situações em que não há informações sobre emissões históricas, a alocação por benchmarks é geralmente utilizada.

No caso de setores industriais, a alocação baseada em emissões históricas faz mais sentido. Os setores industriais e de energia térmica tendem a ser mais heterogêneos e, por isso, o estabelecimento de benchmarks específicos pode ser problemático. Além disso, a distribuição gratuita, com base em emissões históricas tende a gerar alocações mais generosas, permitindo aos governos mais liberdade para apoiar setores mais expostos (Betz et al., 2007).

A Tabela 1 ilustra alguns exemplos de alocação apresentados nos NAPs. Embora a alocação descentralizada (liberdade dada a cada país de elaborar seu plano de alocação) tenha permitido aos estados-membros maior flexibilidade para manejar discrepâncias entre os setores, esse processo provou ser muito complicado para a CE, que precisou revisar todos os NAPs e enfrentou muitas ações judiciais de estados-membros insatisfeitos.

---

23. A demanda por eletricidade é relativamente inelástica, pois os consumidores continuarão a consumir energia mesmo com o aumento de preços. Portanto, o repasse do custo carbono para o setor de energia é mais fácil do que para outros setores industriais.

24. O setor de energia elétrica não é considerado sensível ao risco de carbon leakage porque não consegue realocar suas atividades para outro país com facilidade, já que a geração de energia é dependente da matriz energética de cada país.

25. Para uma relação dos NAPs, favor consultar European Commission, 2013c

Tabela 1 – Exemplos de alocação apresentados nos NAPs[25]

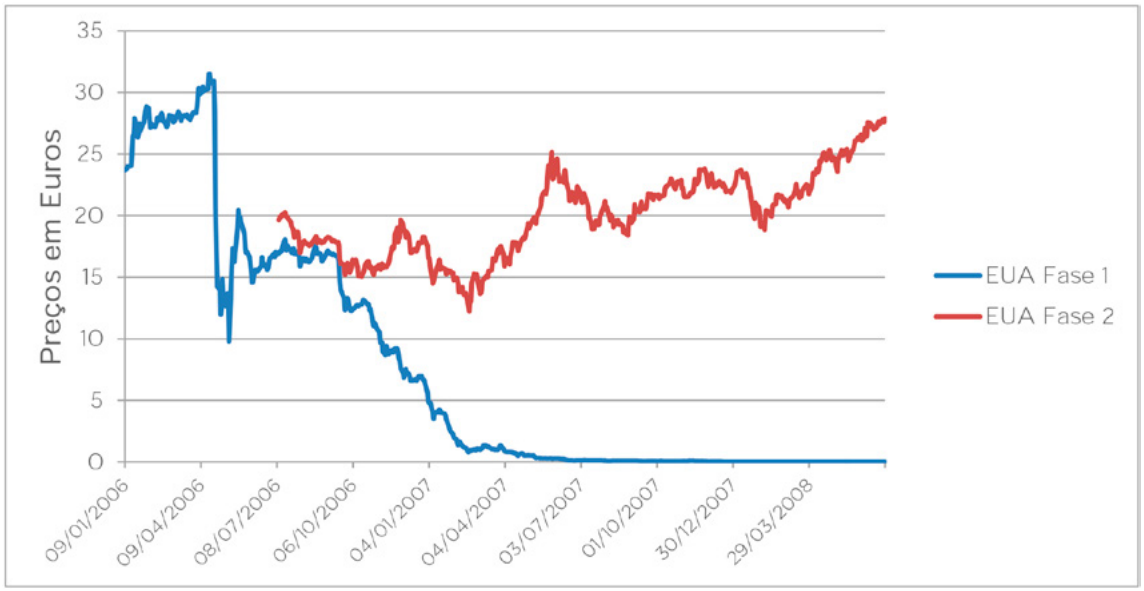
PAIS	INDÚSTRIAS EXISTENTES		NOVAS INDÚSTRIAS	
	Energía	Outros setores industriais (exceto cogeração)	Energía	Outros setores industriais (exceto cogeração)
Alemania	Para cada planta, a capacidade média do período 2000-2005 foi multiplicada por fatores de emissão baseados na melhor tecnologia disponível	Alocação baseada na média das emissões do período 2000-2005	Alocação baseada em benchmarks para o consumo de combustível, assumindo fator de carga padrão	Benchmark por setor, baseado na melhor tecnologia disponível, assumindo fator de carga padrão
Dinamarca	Para cada planta, a produção média de energia do período entre 1998 e 2004 ou a produção de 2004 (se maior que a média) foi multiplicada por um fator de emissão uniforme (0,388 tCO2/MWh)	Alocação baseada na média de emissões para o período 19982004 ou nas emissões de 2004, se esta fosse maior que a média	Utilização de um benchmark baseado na melhor tecnologia disponível (1.185 tCO2/MW)	Utilização de um benchmark único
Espanha	Para cada planta, a capacidade instalada foi multiplicada pelo fator de carga, e depois foi aplicado o fator de emissão	Alocação baseada na multiplicação do benchmark pela produção do período 2000-2005	Para cada planta, a capacidade instalada foi multiplicada pelo fator de carga, e depois foi aplicado o fator de emissão	Alocação baseada na multiplicação do benchmark pela projeção da produção
Reino Unido	Para cada planta, a capacidade instalada foi multiplicada pelo fator de carga médio para o período (2000-2003) e depois foi aplicado o fator de emissão	Alocação baseada na contribuição de cada instalação para as emissões do período 2000-2003	Alocação baseada na aplicação de benchmarks e fatores de carga padrão	Alocação baseada na aplicação de benchmark

Fonte: TRPC, com dados da Comissão Europeia

As lições aprendidas nas fases 1 e 2: Como esperado, muitas lições surgiram das fases iniciais do mercado europeu. A primeira refere-se à importância das informações sobre emissões históricas verificadas para a alocação de permissões. Durante a primeira fase, a CE encontrou uma série de dificuldades técnicas e lacunas de informações, tais como: (i) os níveis de redução de emissões reais (verificadas), em comparação com as informações históricas disponíveis, eram desconhecidos; (ii) as metodologias de monitoramento de cada país variavam muito (as diretrizes de monitoramento da UE ainda não haviam sido aprovadas); (iii) as definições das instalações abrangidas pela diretiva não correspondiam às definições que existiam nos balanços energéticos ou inventários de GEE nacionais; (iv) incerteza sobre quais tipos de instalações estavam incluídas na diretiva; (v) os níveis de emissões utilizados para a alocação não foram verificados; e, talvez o mais importante, (vi) as projeções de crescimento econômico (que determinavam as emissões futuras e, portanto, o volume de permissões necessário) foram excessivamente otimistas (Betz at al., 2006).

Sem dados de emissões reais, a CE teve que utilizar suas estimativas e contar com os números superestimados dos estados-membros, o que levou a uma distribuição excessiva de permissões no mercado. Como resultado, quando as informações sobre emissões reais verificadas de 2005 foram publicadas, em abril de 2006, os preços de carbono caíram mais de 50% (linha azul na Figura 2 abaixo), porque os participantes perceberam que haviam recebido mais permissões do que precisavam. Como mencionado anteriormente, a transferência de permissões da fase 1 para a fase 2 não foi permitida; portanto, as permissões da fase 1 perderam seu valor de mercado no final de 2007, o que explica o gradual declínio da linha azul na figura abaixo.

Figura 2 - Preço das permissões europeias entre 2006 e 2008



Fonte: TRPC, 2009

A publicação das informações sobre emissões verificadas e alocação de permissões para os dois primeiros anos da fase experimental do EU ETS revelou que as emissões de CO_2 foram, em média, 3% menores do que o número de permissões distribuídas. Isso demonstra a importância do mecanismo de alocação, e como diferenças entre as projeções de emissões e emissões reais podem ter um impacto significativo no mercado.

Nesse sistema de distribuição, as empresas tiveram incentivos para inflar suas projeções de crescimento e, consequentemente, receber mais permissões do que precisavam. Uma maneira de lidar com esse desafio é trabalhar apenas com inventários verificados por auditores independentes e utilizar dados de produção recentes (por ex.: produção dos 2 anos anteriores) para checar se as projeções de emissões são realistas. A harmonização das metodologias de monitoramento também é importante para permitir a comparação e checagem dos dados. Essas e outras medidas foram adotadas pela CE e outros mercados para evitar a ocorrência das falhas descritas acima.

Em segundo lugar, nesta fase, muitas entidades de setores energo-intensivos acumularam "windfall profits", já que essas empresas repassaram para seus consumidores o custo das permissões que receberam de graça, gerando uma receita extra. Uma análise econométrica dos setores de refinaria, siderurgia e química mostrou que há ampla evidência de que empresas energo-intensivas repassaram o custo de oportunidade de suas permissões obtidas gratuitamente para os preços de seus produtos (Bryun et al., 2010). Nos mercados de energia desregulados, como é o caso da Alemanha, esta prática foi prevalecente. O estudo conclui que a distribuição gratuita apenas transfere renda dos consumidores para as empresas, sem trazer benefício algum ao meio ambiente ou para a posição competitiva das empresas. No entanto, como mencionado anteriormente, nem todas as empresas podem repassar aumentos de preços aos consumidores com facilidade. A capacidade de repassar aumentos de uma empresa depende de diversos fatores, tais como: sua exposição à competição internacional; custos de transporte e produção; e características específicas do produto.

Ademais, a terceira lição veio da complexidade do processo de alocação e do número de ações judiciais decorrentes da revisão dos NAPs. A rejeição de NAPs nas fases 1 e 2 pela CE levou a uma série de processos judiciais, nos quais paísesmembros questionavam a decisão da CE[26]. Além disso, esse processo de alocação se mostrou bem complicado para os emissores e participantes do mercado, que tiveram que estudar uma miríade de documentos para compreender o mercado. Uma alocação centralizada (conforme explicado a seguir) seria um processo mais transparente e mais estável e, presumivelmente, reduziria o número de disputas legais (Ellerman and Joskow, 2008).

---

26. Reino Unido e Alemanha são exemplos de países que iniciaram processos judiciais contra as decisões de alocação da CE. Para maiores informações sobre os processos judiciais, favor consultar: Case T 178/05 UK VS Commission e Case T 374/04 (2004): Germany vs Commission na bibliografia

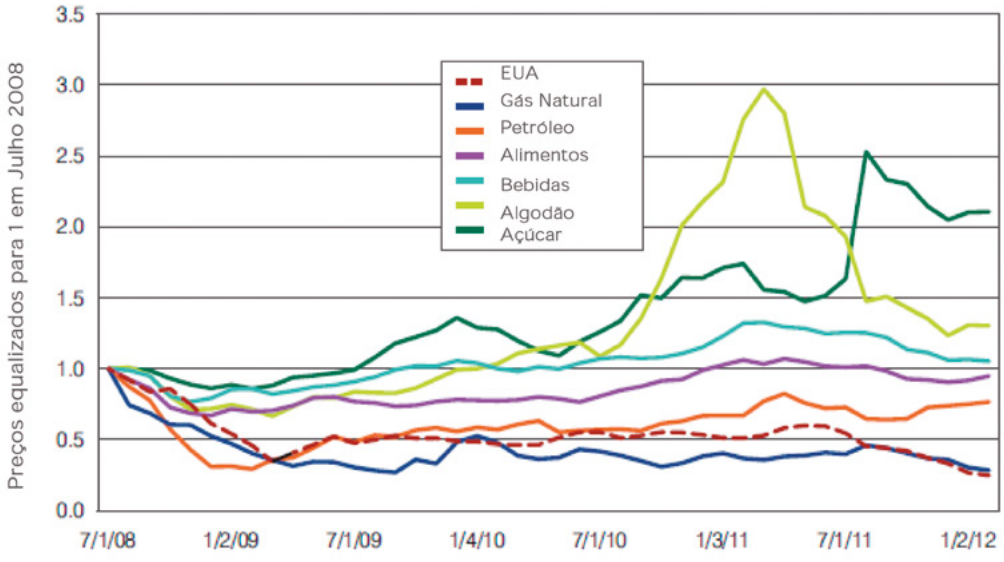
Apesar das lições e pontos de melhoria observados nas fases 1 e 2, o mercado europeu apresentou também muitos aspectos positivos e consolidou-se como a maior e uma das mais bem sucedidas experiências de criação de um mercado de emissões.

A primeira fase (2005-2007) do EU ETS foi concebida para ser uma fase piloto e, com essa experiência, o mercado atingiu alguns de seus objetivos principais, tais como (EDF, 2012):

- A alocação gratuita é um mecanismo simples e de fácil compreensão;
- A organização de leilões exige certa infraestrutura e capacidade institucional (tal como a seleção de uma entidade organizadora e criação de um sistema eletrônico de transferência de permissões e receitas), que os estados-membros não tinham na época e que não são construídas facilmente;
- A distribuição gratuita permite maior controle por parte dos estados-membros, e permitiu aos governos conceder uma parcela maior de permissões a grupos industriais mais expostos ao risco de carbon leakage.

Baseando-se na experiência da fase 1, durante a fase 2 a CE introduziu uma meta de redução mais ambiciosa (6,5% menor em relação à meta de 2005) e garantiu que as alocações fossem baseadas em dados de emissão históricos, coletados durante a fase 1. Além disso, a volatilidade de preços das permissões da fase 1 não foi vista durante a segunda fase, o que garantiu que as permissões europeias se configurassem como uma das commodities menos voláteis durante o período de 2008 a 2012, como ilustrado na Figura 3 abaixo.

Figura 3 – Comparação da volatilidade dos preços das permissões europeias (EUA) com outras commodities, 2008-2012



Fonte: EDF, 2012

Ademais, a certeza de continuação do mercado permitiu aos participantes programar investimentos em projetos de redução de GEE e se preparar para metas de redução mais ambiciosas, com investimentos em tecnologias mais eficientes. Em um estudo sobre inovação tecnológica para o setor de geração de energia na Alemanha, Hoffman e Rogge (2010) argumentam que o impacto do EU ETS na cultura e rotina corporativas podem ter proporcionado a transição para um sistema de inovações tecnológicas de baixo carbono nesse setor. Portanto, além de induzir mudanças corporativas que buscam produzir com mais eficiência, o mercado europeu também pode promover avanços tecnológicos.

5.1.2 A alocação no mercado europeu na fase 3

A terceira fase do mercado europeu (2013-2020) permitiu incorporar algumas das lições aprendidas nas fases anteriores, bem como instituir uma série de mudanças no método de alocação, incluindo: (a) mudança do processo de NAPs para um sistema de alocação centralizado; (b) transição da alocação gratuita para a predominância do leilão; (c) uso de uma metodologia de alocação fortemente baseada em benchmarks; e (d) inclusão de novos setores. A Tabela 2 ilustra as principais diferenças entre as fases 2 e 3.

Tabela 2 – Diferenças entre as fases 2 e 3 do EU ETS.

	FASE 2	**FASE 3**
Setores incluídos	Energia, siderurgia, cimento, vidro, cerâmica, refinaria, papel e celulose. A aviação deveria ter sido incluída em 2012	Além de todos os setores da fase 2, os setores petroquímicos e a produção de alguns produtos químicos
Gases incluídos	CO_2	CO_2, N_2O e PFCs (Perfluorocarbonetos)
Volume anual de permissões (European Union Allowances – EUAs)	2.086 (média do período 2008- 2012, excluindo aviação)	1.950 (média do período 2013-2020)
Leilões (EUAs)	68 (média do período 2008-2012)	1.104 (média do período 2013-2020)

	FASE 2	FASE 3
Alocação gratuita (EUAs)	1.914 (média do período 2008-2012)	787 (média do período 2013-2020)
Reserva para novas indústrias (EUAs)	104 (média do período 2008-2012)	1.950 (média do período 2013-2020)
Leilões (EUAs)	68 (média do período 2008-2012)	60 (média do período 2013-2020)
Método de alocação	Utilização de benchmarks para o setor de energia, alocação baseada em emissões históricas para os outros setores	Nenhuma alocação gratuita para o setor de energia (com exceção de alguns países do leste europeu). Benchmarks por produto para os setores industriais, com alguns setores sensíveis expostos a competição internacional recebendo mais permissões

Fonte: TRPC, com dados da Comissão Europeia

A metodologia de distribuição centralizada da EU: a alocação na fase 3 foi baseada na abordagem dos NAPs e utiliza a média de alocação de permissões da fase 2 (que pode ser entendida como a alocação em 2010) para determinar a alocação da terceira fase. O volume alocado em 2010 é utilizado como valor-base e reduzido linearmente em 1,74% ao ano. Com essa meta, a UE espera alcançar uma redução total de 21% das emissões até 2020, em comparação a 2005.

Na UE, as diretrizes chamadas "Transitional community-wide and fully harmonised implementing measures pursuant to Article 10a1 of the EU ETS Directive"[27] ou CIM (sigla em inglês) discorrem sobre as regras para os estados-membros prepararem suas alocações. Cada país desenvolveu suas Medidas Nacionais de Implementação (National Implementation Measures – NIMs[28]), listando todas as instalações incluídas e destacando quantas permissões cada empresa do setor industrial irá receber. A CE coleta e analisa todos os NIMs e aplica um fator de correção inter-setorial quando necessário e, em seguida, as alocações são definidas. Nesse processo, a decisão final de alocação é feita pela CE, que revisa os NIMs de cada país e aplica

o fator de ajuste de 1,74% ao ano no volume total de permissões.

A mudança para um processo mais centralizado de alocação foi uma consequência natural das lições aprendidas nas fases 1 e 2. O processo centralizado mostrou-se mais rápido e claro para emissores e governantes. Além disso, o emprego de uma metodologia uniforme de aplicação de benchmarks por setor e um fator de ajuste gradual de 1,74% ao ano facilitou a preparação das empresas para a nova fase.

Leilão versus alocação gratuita: conforme estabelecido na diretiva do mercado europeu, o leilão de permissões predomina como mecanismo de alocação na terceira fase do mercado. Para os setores industriais, a quantidade de permissões leiloadas (como proporção do volume total) deve passar de 20% em 2013 para 70% em 2020. A meta da UE é chegar ao leilão de 100% das permissões em 2027. Além disso, a partir de 2013, as empresas do setor de energia são obrigadas a comprar todas as suas permissões (uma exceção foi concedida a alguns países do leste europeu, que ainda podem alocar permissões gratuitas a empresas públicas). Porém, empresas do setor siderúrgico, cimenteiro e outros setores energo-intensivos continuarão a receber a maior parte das suas permissões gratuitamente.

As razões para a mudança para o regime de leilões são as seguintes[29]:

- Representa melhor o princípio do poluidor-pagador e incentiva as empresas a investir em tecnologias mais limpas, além de minimizar as ineficiências da distribuição gratuita;
- Fornece um sinal claro de preço e aumenta a liquidez do mercado;
- Gera receitas através da venda de permissões, que podem ser aplicadas em tecnologias menos poluentes;
- Minimiza a possibilidade da geração de windfall profits, já que as empresas de energia devem comprar permissões no mercado.

A alocação gratuita para o setor industrial foi utilizada principalmente por causa de preocupações com o risco de carbon leakage. Indústrias com grandes concorrentes em países que não possuem restrições de emissão receberam uma parcela maior de permissões.[30]

---

27. Directive 2009/29/EC, 2009

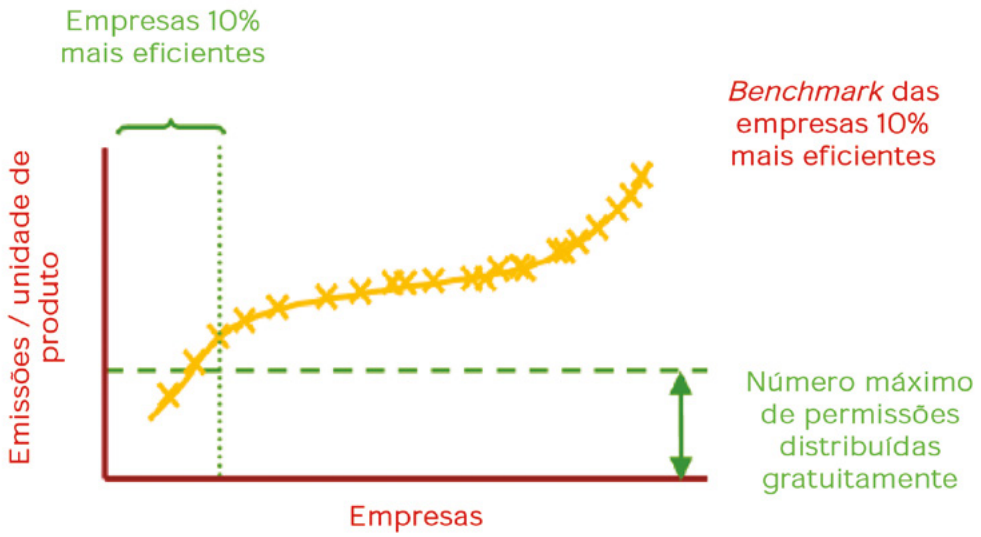
28. EUR-lex, 2010

29. European Commission, 2013d

30. European Commission, 2013e

Benchmarking versus alocação baseada em emissões históricas: além da preferência por leilões, a alocação de permissões na fase 3 baseou-se no estabelecimento de benchmarks para o setor industrial. Os benchmarks foram estabelecidos com base no desempenho das empresas 10% mais eficientes de cada setor (em termos de tCO2e emitidas por produto), conforme ilustrado na Figura 4. A CE estabeleceu um benchmark por produto, independente da tecnologia ou tipos de combustíveis utilizados, localização ou tamanho da empresa. A alocação de permissões para cada instalação foi calculada com base na média da produção de 2005-2008 ou 2009-2010 (a média que fosse maior), multiplicada pelo benchmark aplicável. Isto reduz eventuais distorções da alocação gratuita.

Figura 4 - Seleção do benchmark para a terceira fase do mercado europeu



Fonte: EDF, 2012

Para as novas instalações, a capacidade instalada e os fatores de carga foram multiplicados pelos benchmarks para calcular a alocação. Para instalações que não tinham um benchmark estabelecido, o consumo de calor (ou de combustível) pôde ser utilizado como valor. Emissões de processo, no entanto, foram alocadas com base nas emissões históricas.

O principal motivo para a utilização de benchmarks é fornecer um incentivo para o investimento em tecnologias limpas. A alocação gratuita muitas vezes recompensa instalações por sua ineficiência, já que empresas com um maior número de emissões históricas recebem mais permissões. Os benchmarks, no entanto, definem um valor de referência para compensar as instalações que são mais eficientes. O valor de referência de 10% das empresas mais eficientes foi escolhido para garantir que todas as instalações fossem comparadas com as melhores do mercado. Para alguns setores, como o de fertilizantes, que têm uma

grande variação de intensidade de GEE, a CE tentou estabelecer valores mais adequados, mas no final optou por uma abordagem simplista, ao invés de criar várias exceções aos seus benchmarks industriais.

Novos setores incluídos: a terceira fase ampliou os tipos de GEE abrangidos pelo mercado através da inclusão de instalações que lidam com produtos químicos, plantas de hidrogênio, amônia, alumínio e óxido nitroso. Com isso, o EU ETS foi capaz de limitar as emissões de um maior número de setores e ampliar as oportunidades de redução.

O EU ETS determinou que o setor de aviação fosse incluído no mercado europeu em 1o de janeiro de 2012. No entanto, essa decisão enfrentou forte oposição de companhias de aviação internacionais, especialmente empresas com sede na China e nos EUA que voam para a Europa. Devido a esse impasse, a UE adiou a inclusão de voos internacionais e deu um prazo para que a Organização da Aviação Civil Internacional (OACI) finalizasse sua resolução sobre um mecanismo de mercado que reduza as emissões de GEE das companhias aéreas mundiais. A OACI apresentou sua proposta em outubro de 2013, na qual se compromete a desenvolver um mecanismo de mercado até 2016 e implementá-lo globalmente até 2020. Enquanto isso, foi acordado que países, ou grupos de países, poderiam implementar outras medidas para reduzir as emissões do setor de aviação internacional. Assim, a UE voltou a exigir que voos internacionais compensem suas emissões de GEE a partir de 1o de janeiro de 2014. Porém, diferentemente da decisão anterior, as companhias aéreas só precisarão compensar as emissões ocorridas dentro da Área Econômica Europeia (AEE), e estão isentas de compensar as emissões que ocorreram fora do espaço aéreo europeu. Além disso, voos originados de alguns países menos desenvolvidos, que fazem parte do sistema europeu de preferências e representam menos de 1% da atividade de aviação internacional, também estão isentos de compensar suas emissões.[31]

5.1.3 Lições do mercado europeu

O EU ETS foi o principal instrumento da UE para alcançar sua meta de Quioto, ou seja, reduzir suas emissões em 8% abaixo dos níveis de 1990 até 2012. Em 2011, o último ano para o qual dados estão disponíveis, as emissões da UE-15 (União Europeia, com 15 dos estados-membros) ficaram 14,9% abaixo do nível do seu ano de referência. Neste sentido, o ETS está desempenhando um papel importante para auxiliar a UE a cumprir sua meta adicional de reduzir as emissões de GEE em 20% abaixo dos níveis de 1990 até 2020. É importante ressaltar, no entanto, o impacto inesperado da crise financeira mundial e consequente redução das emissões devido à menor atividade econômica.

---

31. European Commission, 2014a

Sendo o maior mercado de carbono já desenvolvido, o EU ETS oferece algumas lições importantes sobre os resultados das diferentes práticas de alocação e seu impacto sobre o mercado:

- Em primeiro lugar, o EU ETS forneceu um exemplo claro da importância das informações exatas sobre emissões históricas. Devido a várias dificuldades técnicas e falta de informações durante a fase 1, os participantes receberam mais permissões do que precisavam, o que levou a uma queda nos preços e afetou a confiança no mercado. Uma maneira de lidar com esse problema seria a revisão anual do volume de permissões alocadas, como foi feito no mercado da Califórnia e será discutido abaixo.

- *No entanto, a fase piloto do mercado atingiu alguns de seus objetivos principais: estabeleceu um preço às emissões de CO2e, criou o arcabouço institucional para a operação do mercado e permitiu a harmonização do sistema de coleta de dados na UE, bem como a criação de uma ampla base de dados. Além disso, o mercado europeu incentivou as empresas participantes a buscar oportunidades para tornar seu processo produtivo mais eficiente.*

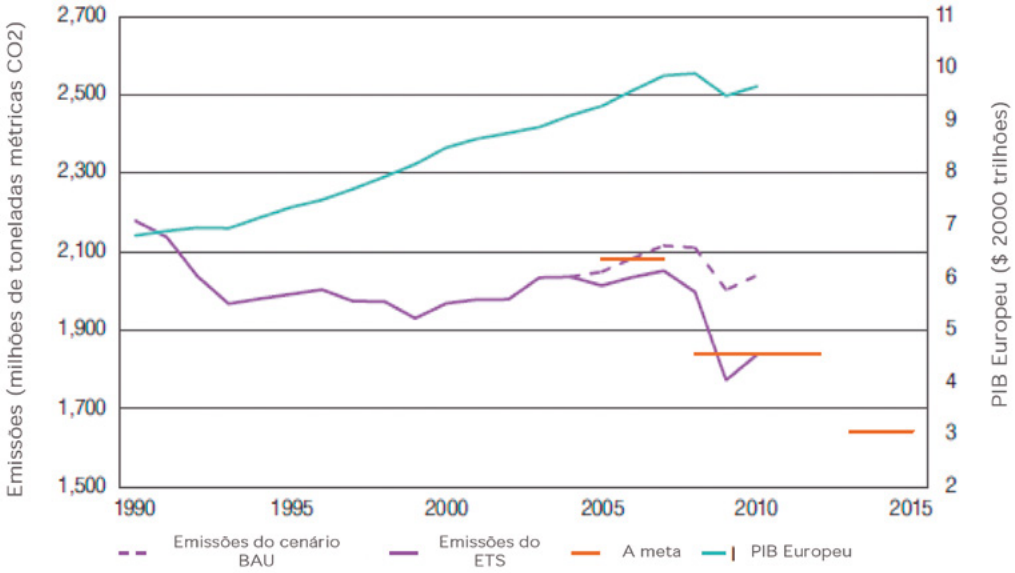
- Ademais, a experiência europeia demonstrou que, embora a alocação gratuita possa facilitar a aceitação do mercado, esse mecanismo gera windfall profits e está sujeito ao poder de lobby de grandes grupos industriais. Os produtores de energia requerem uma fórmula especial de alocação, com a maioria das permissões leiloadas para evitar tais distorções no mercado.

- Outra lição importante refere-se à venda de permissões, que fornece um sinal claro de preço aos participantes e estabelece um preço mínimo para a permissão, evitando assim a queda de preços vistos nas fases iniciais do mercado.

- E, finalmente, vale notar que, apesar de todas as críticas, o mercado europeu tem conseguido atingir seu objetivo principal, que é promover a redução das emissões de GEE a baixo custo.

A Europa conseguiu atingir reduções de emissões sem afetar significativamente seu crescimento econômico (EEA, 2011). A Figura 5 abaixo ilustra essa dissociação entre a redução das emissões e o crescimento do Produto Interno Bruto (PIB). A linha do cenário business-as-usual (BAU), pontilhada a partir de 2004, representa a taxa de crescimento das emissões, sem o mercado. Para contabilizar o aumento da eficiência produtiva tipicamente associada ao crescimento do PIB, a linha BAU pontilhada assume que as emissões teriam crescido a uma taxa 1% menor do que o PIB nesse período.

Figura 5 - Emissões do EU ETS, meta de redução e PIB europeu para o período 1990-2015



Fonte: EDF,2012

É possível notar um claro distanciamento entre o crescimento do PIB (linha azul) e as emissões de GEE (linha roxa). Apesar do EU ETS não ser a única política de redução das emissões europeias (como já mencionado, existem políticas complementares), certamente o mercado tem desempenhado um papel importante na redução das emissões.

5.2 O mercado da Califórnia

Sendo o 15º maior emissor de GEE em todo o mundo, o estado da Califórnia, nos Estados Unidos, promulgou sua legislação sobre mudanças climáticas em 2006, quando o ex-governador Arnold Schwarzenegger assinou a Global Warming Solutions Act, de 2006, ou a Assembly Bill 32 (AB32).[32]

O AB32 estabelece uma meta de redução de emissões de GEE do estado aos níveis de 1990 até 2020, ou seja, emissões 17% menores que os níveis atuais, ou 30% menor que as projeções do cenário BAU (business as usual) até 2020. O principal instrumento para atingir esse objetivo é o sistema de cap-and-trade da Califórnia, um mercado que abrange aproximadamente 85% das emissões de GEE do estado. Além disso, a legislação atribui a autoridade reguladora do programa ao Air Resources Board (ARB ou CARB)[33], uma divisão da Agência de Proteção Ambiental da Califórnia, que responde diretamente ao governador.

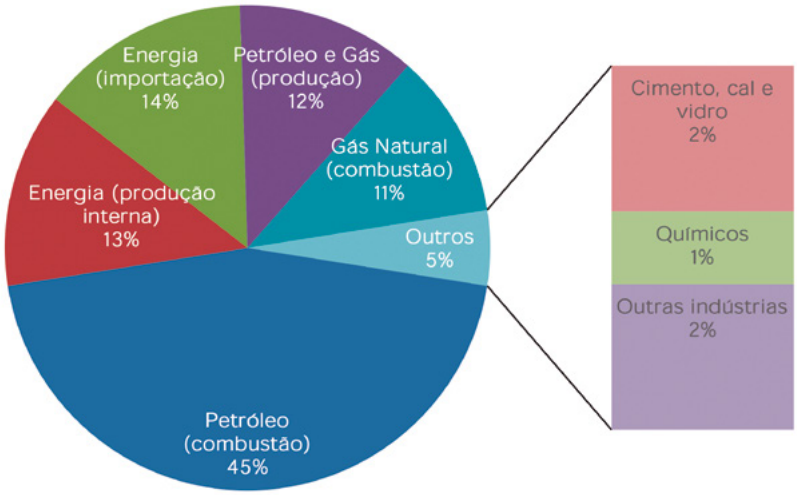
---

32. ARB, 2013

33. ARB, 2013a

O mercado de carbono da Califórnia está sendo implementado em duas fases. Desde 1o de janeiro de 2013, grandes produtores de energia e alguns setores industriais (incluindo refinarias) têm a obrigação de compensar suas emissões dentro do sistema. A partir de 2015, os setores de transporte, residencial e comercial serão incluídos, ou seja, emissões provenientes da queima de combustíveis fósseis em veículos, residências e empresas também deverão ser compensadas. A abrangência das emissões incluídas por setor em 2010 é ilustrada na Figura 6 abaixo.

Figura 6 – Emissões incluídas no mercado da Califórnia por setor



Fonte: TRPC, 2011

Em preparação para o mercado, desde 2008, as empresas reguladas são obrigadas a reportar suas emissões anuais de GEE. Essas informações foram utilizadas para estabelecer a linha de base do mercado e projetar emissões futuras. O programa também permite que entidades não regulamentadas, incluindo os desenvolvedores de projetos de carbono, participem do mercado.

5.2.1 Distribuição de permissões na Califórnia

Para a alocação das permissões, a Califórnia optou por um sistema híbrido, que combina a distribuição gratuita e o leilão de permissões. No início do programa, o ARB alocou a maioria das permissões de carbono, chamadas Californian Carbon Allowances (CCAs, na sigla em inglês), gratuitamente, distribuindo-as às entidades reguladas no início de cada fase do mercado.

O restante das permissões fica disponível para compra em leilões trimestrais. A cada ano, o regulador vai diminuir o número de permissões gratuitas e os participantes deverão comprar cada vez mais permissões nos leilões.

Para alocar as permissões para cada entidade, o ARB criou uma fórmula que leva

em consideração a produção dos dois anos anteriores e um valor de benchmark específico para cada setor. A formulação varia de acordo com o setor industrial, tal como ilustrado na Tabela 3.

Tabela 3 – Fórmula da alocação de permissões na Califórnia por setor.

Setor Industrial	Tipo de alocação	Fórmula de alocação
Extração de petróleo e gás, refinaria, químico, papel, vidro, cimento e siderúrgico	Benchmark de produto	(produção dos 2 anos anteriores) X (benchmark do setor) x (fator de assistência) x (fator de ajuste)
Setores para os quais o benchmark de produto não se aplica	Alocação para a geração de energia térmica*	[(vapor consumido) x (benchmark para consumo de vapor**) + (consumo de combustível) x (benchmark para consumo de combustível***) – (eletricidade vendida) x (benchmark para a geração de eletricidade****)] x (fator de assistência) x (fator de ajuste)
Geração de eletricidade	Percentual da alocação total para o setor de eletricidade, que começa em 97Mt e é reduzido anualmente.	Percentual da alocação total para o setor de eletricidade, que começa em 97,7 Mt em 2013 e é reduzido anualmente, chegando a 84,9 Mt em 2020
Distribuição de gás natural	A ser definido	A ser definido

* O termo energia térmica (Thermal energy) é utilizado na Califórnia para contabilizar as emissões de geração de eletricidade, porém exclui emissões indiretas da eletricidade comprada.

** Esse benchmark é aproximadamente 0,06 CCAs por MMBtu (milhão de British Thermal Unit).

*** Aproximadamente 0,05 CCAs por MMBtu.

**** Aproximadamente 0,4 CCAs por MWh.

Fonte: TRPC, 2011.

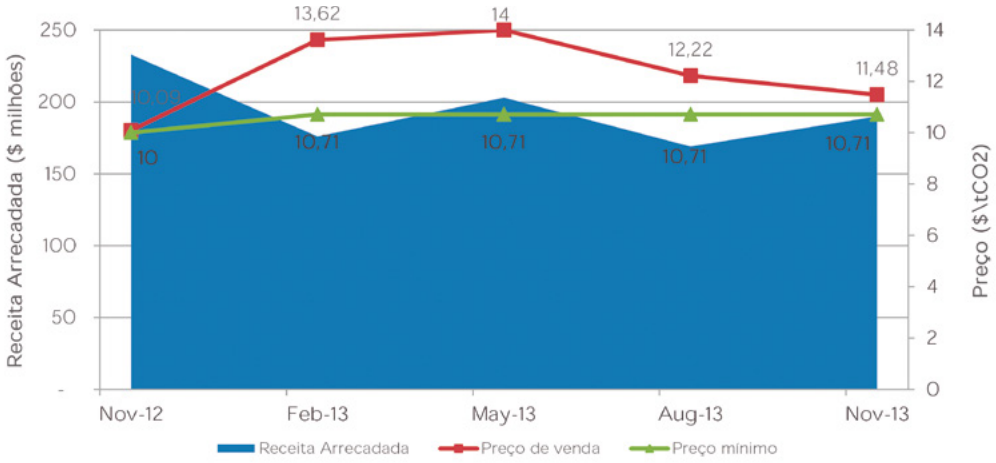
A fórmula de alocação para as instalações industriais envolve o cálculo das emissões por unidade de produto. O ARB estabeleceu um benchmark de produto para cada setor e as instalações recebem permissões de acordo com esse valor. Outras variáveis consideradas na alocação são: o risco de carbon leakage (para isso, foi criado o fator de assistência: quanto maior o risco de carbon leakage do setor, mais próximo de 1 será o fator de assistência) e um fator de ajuste (similar ao fator de redução de 1,74% do mercado europeu), refletindo que menos permissões estarão disponíveis no futuro, já que a meta de redução torna-se mais ambiciosa ao longo do tempo. O ARB irá determinar a alocação por produto anualmente, utilizando dados de produção de dois anos antes da alocação.

Para o setor de eletricidade, o ARB estabeleceu alocação gratuita até 2020. As percentagens anuais são calculadas com base em relatórios submetidos pelas geradoras ao regulador, detalhando quais combustíveis são utilizados para gerar eletricidade no ano e quais combustíveis serão utilizados no futuro. O ARB projetou a intensidade de emissões de cada concessionária e atribuiu os percentuais de alocação de acordo com essa intensidade.

Após a distribuição da parcela gratuita de permissões, o ARB vende as permissões restantes através de leilões. O primeiro leilão trimestral foi realizado em 14 de novembro de 2012, e vendeu mais de 23 milhões de permissões para compensar as emissões de 2013, gerando uma receita de aproximadamente USD 233 milhões ao regulador. O preço de venda das permissões foi de USD 10,09/Mt, com um preço mínimo (reserve price) de USD 10/Mt. O preço mínimo vai subir 5% ao ano, além dos ajustes de inflação.

Até dezembro de 2013, foram realizados 5 leilões de permissões na Califórnia, nos quais mais de 81 milhões de permissões para 2013 foram vendidas, a um preço médio de USD 12,82/Mt. Em cada leilão, também é vendido um número limitado de permissões para utilização nos anos futuros (2015 e 2016) para fornecer flexibilidade às empresas no design de sua estratégia de participação no mercado e previsibilidade de preços. O volume total de permissões futuras vendidas até agora é de aproximadamente 36 milhões. A Figura 7 ilustra a receita arrecadada, o preço de venda e o preço mínimo em cada leilão.

Figura 7 – Receita arrecadada, preço de venda e preço mínimo dos leilões de permissões na Califórnia (considera somente permissões para utilização em 2013)



Fonte: TRPC com dados do ARB

O valor arrecadado com a venda das permissões de 2013 até o momento é de cerca de USD 971 milhões. Se somada a receita obtida com a venda de permissões futuras, esse valor chega a mais de USD 1 bilhão.

De acordo com o plano de investimento da receita de leilões da Califórnia, essa receita deve ser utilizada para projetos e iniciativas que reduzam as emissões de GEE no estado. No entanto, o governador da Califórnia, Jerry Brown, decidiu alocar USD 500 milhões da receita obtida com os leilões para cobrir déficits orçamentários do estado. De acordo com o plano de investimento elaborado pelo ARB, essa alocação orçamentária trata de um empréstimo de curto prazo, que será reembolsado com juros ao Fundo de Reduções de GEE.[34]

Essa decisão, no entanto, é controversa e despertou forte oposição de ambientalistas e do setor industrial. Os ambientalistas alegam que a retirada da receita do Fundo de Reduções de GEE irá atrasar investimentos em projetos de redução, e pode comprometer a meta da Califórnia de reduzir suas emissões até 2020.[35] Já o setor industrial, representado pela Câmara de Comércio da Califórnia, iniciou um processo judicial contra o ARB alegando que a venda de permissões é uma forma de imposto ilegal, porque não foi aprovado por 2/3 da câmara legislativa. A Corte Superior de São Francisco decidiu a favor do ARB em primeira instância. A Câmara de Comércio informou que irá recorrer da decisão.[36]

---

34. ARB, 2013b

35. KQED News, 2013

36. The California Oil and Gas Report, 2013

A discussão da receita dos leilões na Califórnia ilustra a importância de um plano de investimento transparente e objetivo para a utilização dos recursos arrecadados. A ausência desse plano pode minar a confiança dos participantes no mercado e gerar uma série de processos judiciais contra o regulador.

5.2.2 A alocação da Califórnia para o setor elétrico

É interessante observar o mecanismo de alocação de permissões para o setor elétrico da Califórnia, que se distingue do processo utilizado em qualquer outro mercado.

O setor elétrico da Califórnia está dividido em dois grupos principais: as concessionárias de propriedade privada (investor-owned utilities - IOUs) e as concessionárias públicas (publicly-owned utilities - POUs). As concessionárias privadas são reguladas pela California Public Utility Commission (CPUC). As empresas públicas, no entanto, são organizações sem fins lucrativos, geralmente são administradas pelo governo local e não são regulamentadas pela CPUC.

Conforme mencionado anteriormente, todas as empresas do setor elétrico recebem suas permissões gratuitamente, porém, as empresas privadas são obrigadas a vender as suas permissões gratuitas no leilão, enquanto as empresas públicas podem manter suas permissões e usá-las para compensar suas emissões. Ou seja, para compensar suas emissões, as concessionárias privadas devem vender suas permissões no leilão e comprá-las de volta, também através do leilão ou no mercado secundário.

A lógica por trás da obrigação de vender e comprar de volta as permissões obedece dois objetivos principais: 1) gera liquidez ao mercado, pois aumenta o número de permissões em circulação; 2) permite a identificação do preço real que os participantes estão dispostos a pagar por cada permissão (Burtraw, 2012). Por outro lado, as concessionárias públicas podem manter suas permissões a fim de evitar custos extras para empresas públicas.

Este é um aspecto importante do mercado californiano, que representa lições da experiência europeia. É também um exemplo típico da lógica do sistema híbrido de alocação, no qual os leilões são utilizados para distribuir permissões para os setores que podem absorver custos adicionais, enquanto a receita do leilão é utilizada para compensar os consumidores de eventuais aumentos de preços. Ao mesmo tempo, a alocação gratuita é usada para os setores mais sensíveis, como empresas do setor público.

5.2.3 Lições do mercado da Califórnia

A criação e o desenvolvimento do mercado da Califórnia aproveitaram-se das experiências dos mercados antecedentes, mas igualmente apresentam lições interessantes. Primeiramente, o regulador exige que as empresas apresentem inventários corporativos de emissões de GEE desde 2008, o que contribuiu para a geração de uma importante base de dados de emissões históricas, que, por sua vez, proporcionou um bom exercício para a definição da meta de redução e alocação das permissões.

Segundo, para evitar a alocação excessiva com base em projeções de emissões, a Califórnia optou por estimar a alocação anualmente, utilizando dados de produção retroativos de dois anos e ajustando a alocação com base em dados de produção reais. Este mecanismo garante que a alocação esteja sempre alinhada aos dados de produção recentes, e permite incorporar rapidamente as alterações no padrão de emissões.

A controvérsia sobre a utilização da receita obtida com os leilões ressalta a importância de um plano de investimento bem definido, para evitar questionamentos sobre a legitimidade do mercado.

E, finalmente, a Califórnia criou um complexo sistema de alocação de permissões para as concessionárias privadas, que obriga as empresas a vender as suas permissões gratuitas e comprá-las de volta no leilão. Além de aumentar a liquidez do mercado, este sistema permite evidenciar de forma transparente o preço que o mercado está disposto a pagar pelas permissões.

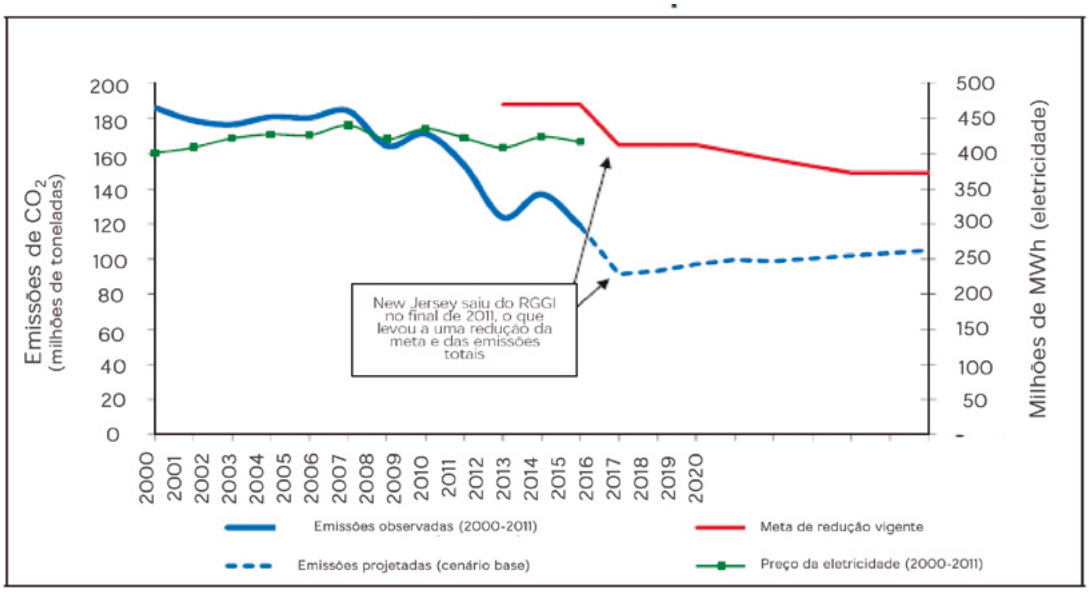
5.3 O mercado regional dos estados da costa leste americana (RGGI)

O mercado regional dos estados da costa leste dos EUA (Regional Greenhouse Gases Initiative - RGGI) é uma iniciativa de mercado de carbono regional que abrange nove estados: Connecticut, Delaware, Maine, Maryland, Massachusetts, New Hampshire, New York, Rhode Island e Vermont. New Jersey fez parte do RGGI inicialmente, mas decidiu retirar-se da iniciativa em 2011. Esse mercado está focado na redução das emissões de GEE de produtores de energia elétrica que usam combustíveis fósseis, com capacidade instalada de 25 MW ou mais.

O mercado entrou em vigor em 1o de janeiro de 2009 e foi dividido em três fases de implantação: fase 1 (2009-2011), fase 2 (2012-2014) e fase 3 (2015-2020). A meta inicial do mercado foi definida em 4% acima da média de emissões entre 2000 e 2002. Ou seja, o volume máximo de emissões em 2009 deveria ser 4% acima da média observada para o período de 2000-2002. Esta meta foi definida em 2005, quando os reguladores do mercado projetavam que as emissões iriam aumentar gradualmente, de modo a coincidir com o limite estabelecido para 2009, ou seja, 188 Mt CO_2. No entanto, as emissões de 2006 a 2011 não seguiram essas projeções,

pelo contrário: diminuíram substancialmente conforme ilustrado na Figura 8.

Figura 8 - Comparação das emissões projetadas e observadas em relação à meta de redução estabelecida em 2005

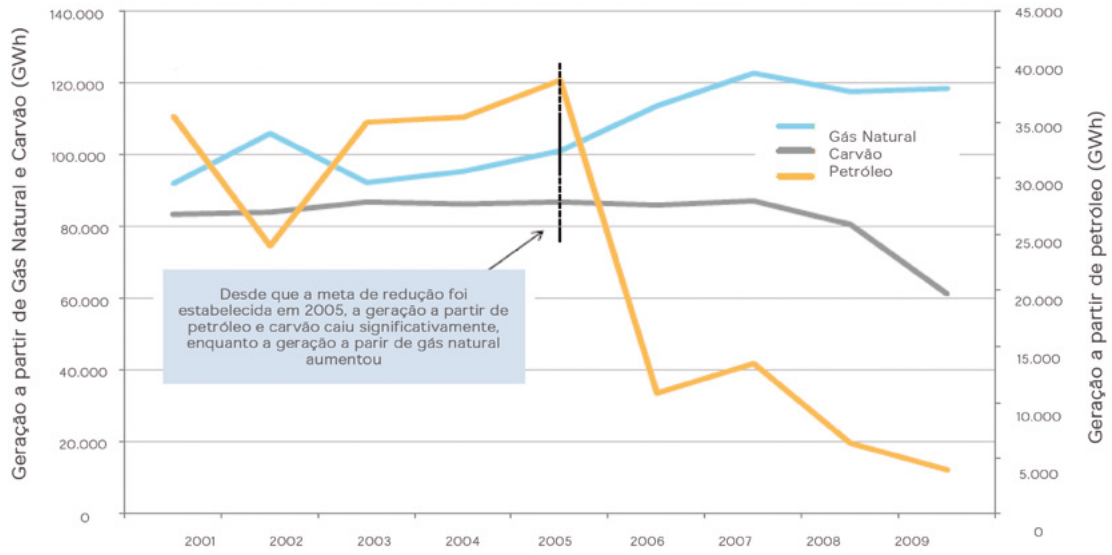


Fonte: Ramseur, 2013

Muitos fatores explicam o declínio das emissões no período 2006-2011, sendo as alterações no portfólio de geração de energia elétrica um dos principais motivos. É importante ressaltar também que o estado de New Jersey deixou o programa em 2011, o que levou a um ajuste da meta de redução e também contribuiu para o declínio das emissões.

As emissões do setor elétrico são, em grande parte, determinadas pelo tipo de combustível utilizado para gerar eletricidade. Combustíveis com alta intensidade de carbono, como petróleo e carvão, aumentam as emissões do setor elétrico, enquanto combustíveis com baixa intensidade, como o gás natural, diminuem as emissões do setor. Essa dinâmica é particularmente relevante na região do RGGI, já que existe a capacidade de gerar energia a partir de qualquer combustível, facilitando a troca pelo combustível que é mais barato. Nesse contexto, a queda no preço do gás natural nos três anos posteriores ao estabelecimento da meta em 2005 levou a uma maior utilização desse combustível, diminuindo drasticamente as emissões do setor elétrico, conforme mostra a Figura 9.

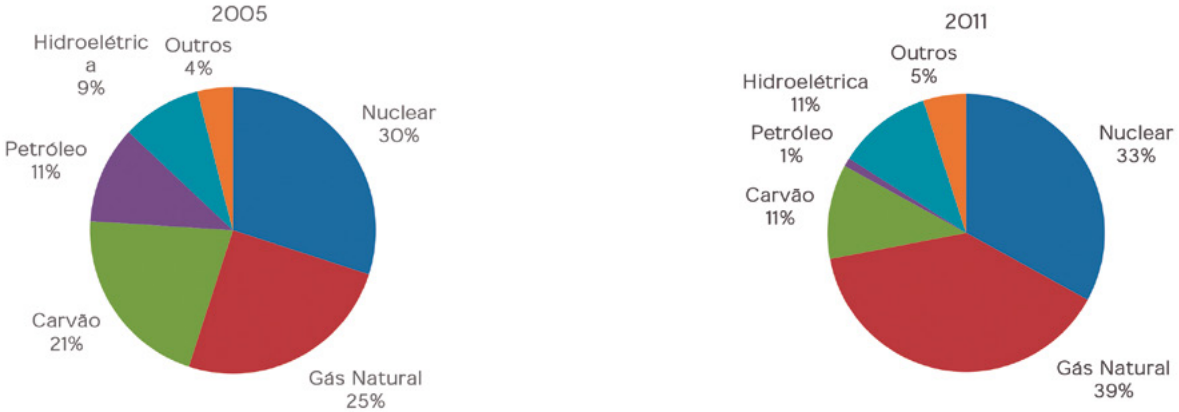
Figura 9 - Geração de eletricidade no RGGI a partir de gás natural, carvão e petróleo



Fonte: ENE, 2010

Além disso, a utilização de fontes de energia de combustíveis não-fósseis (nuclear, hidráulica, eólica e outras formas de energia renovável) representou um volume significativo da geração elétrica a partir de 2005. Em 2005, 32% da eletricidade na região do RGGI foi gerada a partir da queima de petróleo e carvão. Em 2011, essas fontes geraram apenas 12% de eletricidade, conforme ilustrado abaixo. A Figura 10 inclui a geração a partir de gás natural, que aumentou de 25% em 2005 para 39% em 2011.

Figura 10 - Geração de eletricidade por fonte energética (2005 versus 2011)



Nota: A categoria "outros" inclui pallets e outras biomassas, eólica, solar e outros gases. Fonte: Ramseur 2013

Devido a essa mudança significativa na matriz de geração energética, quando o mercado entrou em operação em 2009, o setor elétrico possuía um número de permissões maior do que precisava, o que levou a uma saturação do mercado. Outros fatores também contribuíram para a saturação do mercado, tais como a maneira como a meta de redução foi definida (baseada em projeções de emissões) e a redução da atividade econômica na região, consequência da crise econômica mundial. Como essas mudanças aconteceram, em sua maior parte, antes do início do mercado, é difícil atribuir a redução de emissões à eficácia do seu funcionamento.

Durante o processo de revisão do programa realizado em 2012, os reguladores fizeram propostas para reduzir substancialmente a meta do mercado. A partir de 2014, a meta passará de 165 Mt para 91 Mt, uma redução de 45%. Além disso, entre 2015 e 2020, a meta será reduzida em 2,5% ao ano.

5.3.1 Alocação das permissões no mercado RGGI

O RGGI é um exemplo interessante de um mercado de carbono que utiliza principalmente os leilões para alocar suas permissões. Durante a primeira fase (2009-2011), o volume total de permissões leiloadas em cada estado variou entre 57% e 99%, mas, como um todo, os estados leiloaram cerca de 90% de todas as permissões disponíveis. Outras características do método de alocação do RGGI são:

- A possibilidade de transferir permissões de uma fase para outra: o mecanismo de banking permite que as empresas "guardem" permissões que receberam em uma fase para utilizar na fase seguinte;

- O preço de reserva: preço mínimo para a venda da permissão. O preço de reserva começou em USD 1,86 em 2009 e aumentou para USD 1,98 em 2013;

- A receita gerada através dos leilões é utilizada para apoiar projetos de eficiência energética, energia renovável e outros esforços de redução das emissões de GEE.

Enquanto o mecanismo de banking fornece flexibilidade às empresas para adaptar sua estratégia de participação e reduzir custos, pode representar também um desafio para o regulador. Num cenário em que várias empresas resolvem guardar suas permissões para uso posterior, o mercado poderia ficar saturado.

Este é um risco que os reguladores do mercado RGGI decidiram abordar através do ajuste da meta de redução futura, de acordo com o número de permissões transferidas, divididas uniformemente entre todos os anos até 2020 (ver Tabela 4 abaixo). O regulador estima que o volume de permissões transferidas da primeira para a segunda fase seja de 47 Mt; portanto, a meta é ajustada para deduzir esse

volume no início de 2014. Um segundo ajuste (no início de 2015) ocorrerá depois que a transferência total dos anos 2012-2013 for conhecida.

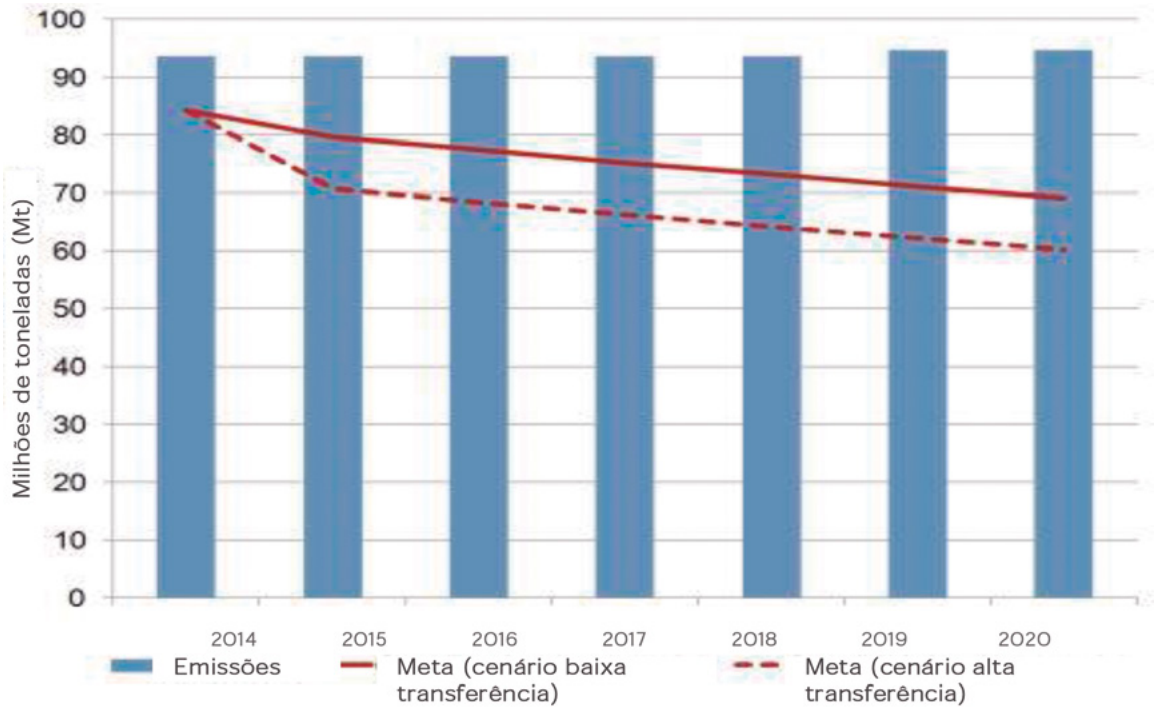
Tabela 4 – Nova meta do RGGI em Mt (inclui estimativas da Thomson Reuters Point Carbon para o primeiro e o segundo ajustes)

Setor Industrial	2013	2013	2013	2013	2013	2013	2013	2013
Meta inicial	165	91	89	87	84	82	80	78
Meta após o 1o ajuste	165	84	82	80	78	76	74	72
Meta após o 2o ajuste (baixa transferência)	165	84	80	78	75	73	71	69
Meta após o 2o ajuste (alta transferência)	165	84	71	69	66	64	62	60

Fonte: TRPC, 2013b

A Thomson Reuters Point Carbon (TRPC) projetou dois cenários para o ajuste de meta, baseados em previsões dos volumes totais de transferência. O volume total do segundo ajuste dependerá de quantas permissões os participantes irão comprar nos leilões realizados durante o ano de 2013. O cenário de alta transferência assume leilões lotados e que todas as permissões oferecidas serão vendidas. Neste cenário, o ajuste da meta para o período 2015-2020 deve ser mais rigoroso, já que os emissores teriam economizado um número elevado de permissões. No cenário de baixa transferência, o apetite pelas permissões leiloadas é menor, portanto, o ajuste da meta não é tão rigoroso. Os resultados estão ilustrados na Figura 11.

Figura 11 – Previsão de emissões e cenários de meta (2014-2020)



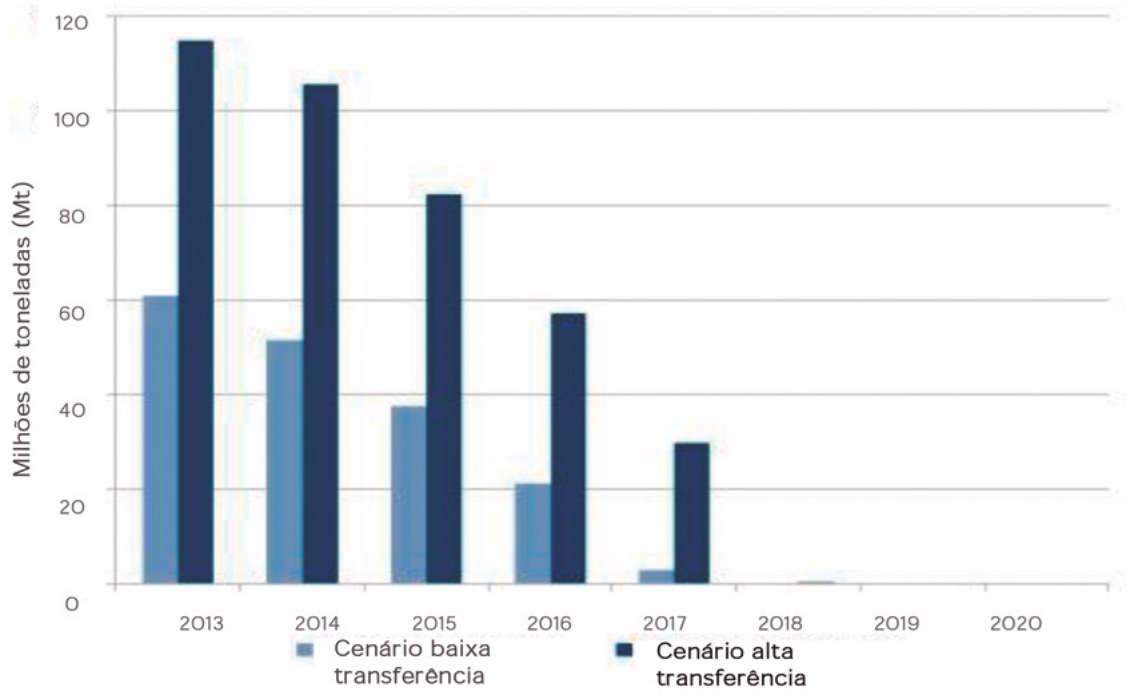
Nota: as emissões projetadas baseiam-se no cenário BAU, e permanecem estáveis em 94 Mt durante todo o período, com exceção de um crescimento mínimo em 2020, atingindo 95 Mt.

Fonte: TRPC, 2013b

A nova meta exige uma redução significativa das emissões, já que requer uma redução de 14% em relação às emissões de 2014 até 2020, e essa meta se tornará ainda mais rigorosa a partir de 2015. A TRPC estima que a meta para 2020 será entre 18 a 29% menor que as emissões de 2014, dependendo do tamanho do segundo ajuste. No entanto, por causa da transferência de permissões, as empresas podem acumular permissões transferidas que garantiriam o cumprimento da meta até 2017, sem a necessidade de promover ações adicionais para a redução das emissões (ver Figura 12).

No cenário de baixa transferência, os emissores poderiam utilizar as permissões transferidas até 2017, e terminariam o ano de 2017 com um volume residual de permissões transferidas menor que 10 Mt. Já no cenário de alta transferência, as permissões transferidas durariam até 2018, e os participantes só teriam que comprar permissões no mercado em 2019. Esta é a razão pela qual o mecanismo de transferência de permissões deve ser cuidadosamente avaliado no momento de criação de um mercado de carbono, uma vez que ele pode destruir os esforços de redução de anos futuros.

Figura 12 – Cenários de transferência de permissões

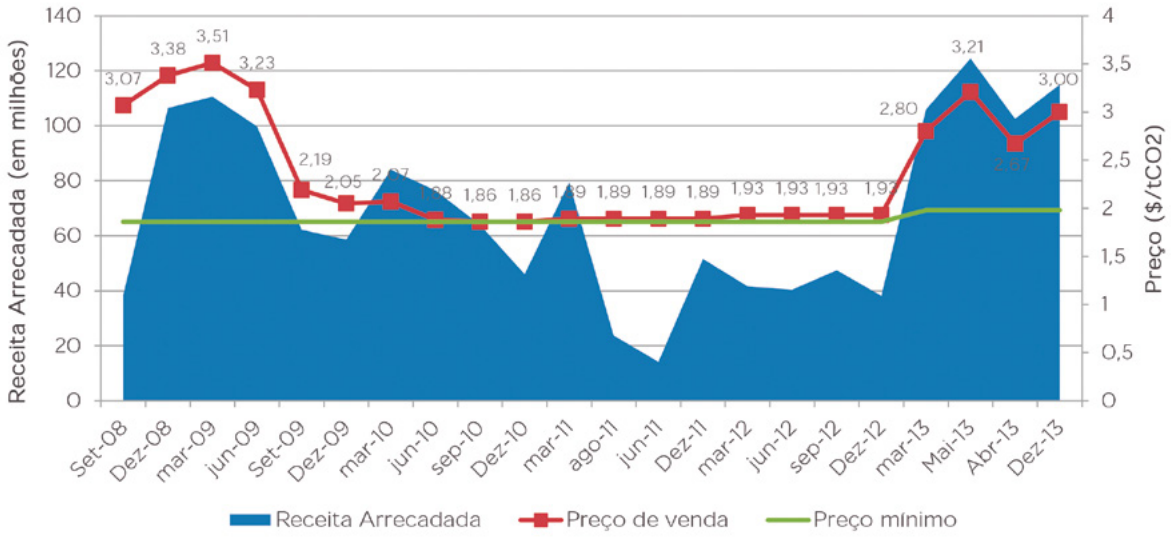


Fonte: TRPC,2013

O mercado RGGI também funciona com um preço de reserva, que garante a todos os participantes que as reduções de emissão terão um valor mínimo no mercado. Como o mercado está saturado no momento (até que a meta seja ajustada em 2014), o preço das permissões é igual ao preço de reserva, que agora funciona como uma taxa ou imposto de carbono. Em um mercado com alocação excessiva, o preço de reserva é um mecanismo importante, pois impede o colapso dos preços, como aconteceu na primeira fase do mercado europeu.

Finalmente, com os 22 leilões realizados até dezembro de 2013, o RGGI acumulou mais de USD 1,5 bilhão em receitas provenientes dos leilões, que devem ser direcionadas para projetos de eficiência energética, energia renovável e iniciativas de redução. Conforme ilustrado na Figura 13, o preço das permissões se igualou ao preço mínimo em leilões realizados entre junho de 2010 e dezembro de 2012, refletindo a abundância de permissões no mercado. No entanto, no leilão realizado em março de 2013, o preço de venda ultrapassou o preço mínimo, provavelmente uma reação do mercado à nova proposta de meta que foi apresentada em fevereiro de 2013.

Figura 13 – Leilões do RGGI: volume arrecadado, preço de venda e preço mínimo (Set/2008 – Dez/2013)



Nota: O preço mínimo aumentou de $ 1.86 em 2008 para $ 1.98 em 2013

Fonte: TRPC com dados de RGGI Inc.

A forma como os estados utilizam a receita dos leilões é uma decisão local. Em um acordo assinado em 2005, os estados participantes concordaram que pelo menos 25% do valor das permissões deveria ser direcionado para "programas de benefício ao consumidor ou projetos de energia com finalidades estratégicas"[37]. No entanto, alguns estados têm sido criticados por desviar parte significativa desses fundos para cobrir déficits orçamentários[38].

A experiência do RGGI demonstra que receitas significativas podem ser coletadas através do processo de leilões, mesmo se os preços das permissões estiverem baixos. Apesar das controvérsias sobre quanto da receita dos leilões deve ser alocada para programas de eficiência energética, é inegável que o RGGI impulsionou essas iniciativas. Alguns autores argumentam que o maior impacto do RGGI até agora foi fornecer uma fonte de financiamento relativamente confiável para tais investimentos, que estão mudando o perfil do mix de geração de energia elétrica da região, como ilustrado na Figura 10.

---

37. RGGI, 2013a

38. ENE, 2013

5.3.2 As lições do mercado RGGI

A experiência do RGGI ilustra algumas das lições já destacadas em outros mercados e apresenta soluções para alguns dos desafios comumente enfrentados: a alocação excessiva de permissões e a transferência de permissões.

A primeira lição diz respeito à projeção de emissões para anos futuros: a meta do RGGI foi inicialmente fixada em 2005, com emissões projetadas para 2009. Devido às alterações na composição da matriz energética, as emissões reais em 2009 foram significativamente menores do que a meta, resultando em alocação excessiva de permissões. A solução do regulador foi reduzir a meta em 45% em 2014 e promover um declínio gradual de 2,5% ao ano a partir de 2015. A taxa anual de declínio da meta é importante para assegurar aos emissores de GEE que as condições do mercado se tornarão mais rigorosas e, portanto, incentiva as empresas a buscar oportunidades adicionais de redução de emissões.

Outro aspecto importante do mercado RGGI refere-se à possibilidade de transferir permissões para fases futuras do mercado. Enquanto esse mecanismo fornece flexibilidade para os emissores, pode comprometer os objetivos do mercado no futuro, já que os emissores podem utilizar permissões transferidas para cumprir sua meta de redução. Mais uma vez, a revisão da meta de redução foi a solução escolhida pelo regulador, tornando os limites de emissões anuais flexíveis ao longo do tempo.

No geral, dois aspectos se destacam a partir da experiência RGGI: 1) a importância de rever as projeções de emissões e o estabelecimento da meta mais próximo da data de início do mercado, a fim de evitar uma mudança significativa no perfil das emissões; e 2) a flexibilidade para ajustar a meta do programa e gerenciar excessos de alocação, proporcionando segurança aos participantes do mercado e, ao mesmo tempo, mantendo a integridade ambiental do mesmo.

6. Considerações sobre o mecanismo de distribuição para o Estado de São Paulo

A análise dos princípios básicos de alocação de permissões, bem como da experiência de outros mercados, permite enumerar os aspectos que devem ser considerados pelo Estado quando da seleção de um mecanismo de distribuição para um potencial mercado. Após a definição da meta de redução, a alocação de permissões é o segundo aspecto mais importante na criação de um mercado.
Nesse contexto, essa seção busca apresentar os elementos principais a serem considerados na definição de um mecanismo de distribuição, e como eles podem ser abordados no caso de São Paulo. A Tabela 5 abaixo ilustra os aspectos discutidos na seção 2:

Tabela 5 – Aspectos a serem considerados em um mecanismo de distribuição de permissões para São Paulo.

Aspectos a serem considerados no mecanismo de distribuição	Considerações para São Paulo
O regulador deve levar em consideração a capacidade de redução de emissões de cada setor: devido a características intrínsecas de cada setor (tecnologias de abatimento disponíveis, custos de redução, número de empresas no setor, investimentos já realizados, etc.), o potencial de redução de alguns setores pode ser limitado.	Grande parte dessas informações foi coletada nos estudos conduzidos por Avzaradel Szklo et al (2015), que fornecem uma visão inicial sobre os custos de abatimento enfrentados por cada setor. Porém, é importante notar que esses estudos englobam apenas alguns setores, e não incluem emissões de processo, devido às limitações da ferramenta utilizada. Informações mais detalhadas sobre o processo produtivo e investimentos já realizados podem ser coletadas através da sofisticação dos inventários de GEE de empreendimentos atualmente exigidos pela CETESB (essa sugestão é mais bem detalhada na próxima seção).

Aspectos a serem considerados no mecanismo de distribuição	Considerações para São Paulo
O mecanismo de alocação deve ser equitativo e evitar ou minimizar as distorções do mercado: deve-se evitar que certos setores econômicos (como os consumidores finais) sejam desproporcionalmente afetados pelo mercado (com o aumento dos preços na economia.	A "reciclagem de receita" proporcionada pelos leilões de permissões é um mecanismo interessante para lidar com distorções do mercado. Porém, deve-se garantir que a receita seja utilizada para projetos congruentes com os objetivos do mercado, conforme discussão abaixo.
Da melhor forma possível, o mecanismo de alocação deve lidar com o risco de carbon leakage, ou seja, evitar que as empresas transfiram suas atividades produtivas para outras localidades onde as políticas de redução de emissões sejam mais brandas ou ausentes.	O Estado deve definir uma fórmula clara para identificar as empresas mais expostas ao risco de carbon leakage e compensá-las apropriadamente com permissões gratuitas. Uma adaptação da fórmula utilizada pela UE é apresentada no capítulo sobre carbon leakage desse relatório.

Dentre os aspectos levantados, a utilização da receita de leilões é o mais controverso, devido à falta de legislação sobre o tema no Brasil e ao histórico de utilização de receitas de leilões internacionalmente.

No Brasil, a Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC) estabelece a base jurídica para o desenvolvimento de ações que visam enfrentar os efeitos adversos das alterações climáticas. Dentre seus objetivos, a PNMC lista: "o estímulo ao desenvolvimento do Mercado Brasileiro de Redução de Emissões (MBRE)"[39].

Em seu art. 9o, a PNMC determina que a operacionalização do MBRE ocorrerá: "(...) em bolsas de mercadorias e futuros, bolsas de valores e entidades de balcão organizado, autorizadas pela Comissão de Valores Mobiliários (CVM), onde se dará a negociação de títulos mobiliários representativos de emissões de gases de efeito estufa evitadas certificadas"[40].

No texto acima, não fica claro se a previsão sobre o título mobiliário a ser comercializado se referia somente a reduções de emissão certificadas (RCEs) ou se contemplaria também permissões que representem o direito de emitir GEEs.

---

39. Artigo 4º da Lei Federal nº 12.187 de 2009.

40. Artigo 9º da Lei Federal nº 12.187 de 2009.

Em sua análise do marco legal para criação de um mercado de carbono, Lopes et al. (2015) conclui que: "A PNMC não dispõe quanto aos itens de infraestrutura essenciais à criação de um mercado cap-and-trade, isto é, quanto: (i) ao uso de unidades negociáveis e fungíveis, representativas de direitos de emissão para o cumprimento de limites preestabelecidos de emissão; (ii) à criação de um sistema de registro para contabilizar e rastrear transações destas unidades e a designação de uma ou mais autoridades para operar e/ou supervisionar tal sistema; e (iii) aos demais elementos que possam servir de regulação de mercado".

O mesmo estudo destaca, entretanto, que a indefinição sobre a natureza dos títulos mobiliários não impede a comercialização dos mesmos, devendo-se, para tanto, observar as formas legais permitidas e adequadas para as transações pretendidas. Ou seja, os ativos de carbono poderão ser transacionados em bolsas e mercados de balcão organizados, mediante mecanismo adequado e sem que este ativo seja tratado como valor mobiliário, desde que previamente autorizado pelo regulador dessas entidades (Lopes et al, 2015).

No entanto, não há na legislação nacional texto algum que trate da receita obtida com a venda de RCEs ou de permissões. E, na ausência de maiores orientações sobre a operacionalização do MBRE, esse tópico carece de um marco legal.

A receita obtida com a venda de permissões pode chegar a volumes significativos, como mostra a experiência de arrecadação da Califórnia (mais de USD 1 bilhão com 5 leilões realizados) e do RGGI (USD 1,5 bilhão com 22 leilões, apesar do preço das permissões estar próximo ao preço mínimo na maioria dos leilões). Por isso, além de aumentar a transparência do mercado, os leilões podem ser uma fonte de receita para o regulador e possibilitar ou facilitar investimentos em tecnologias de baixo carbono que antes eram considerados inviáveis.

Nesse contexto, um aspecto importante na consideração de receitas advindas de leilões trata da destinação apropriada desses recursos. Devido ao seu volume significativo, a ausência de clara definição da aplicação das receitas pode despertar interesses políticos diversos e, consequentemente, levar à designação desses recursos a iniciativas não necessariamente alinhadas aos objetivos do mercado, como aconteceu na Califórnia, onde parte das receitas foi utilizada para cobrir déficits orçamentários.

No Brasil, a discussão sobre a alocação das receitas obtidas com os royalties do petróleo fornece um exemplo recente sobre a destinação de receitas governamentais. A expressão royalties usualmente designa o fluxo de pagamentos ao proprietário de um ativo não renovável (material ou imaterial) que o cede para ser explorado, usado ou comercializado por outras empresas ou indivíduos.

No caso brasileiro, pode-se classificar o fluxo de pagamentos decorrente dos royalties do petróleo como uma receita patrimonial da União, proprietária dos recursos, recebida das empresas que exploram o petróleo. Esta receita é partilhada

com Estados e Municípios que contam com atividades petrolíferas em seus territórios ou sofram impactos das mesmas, segundo critérios estabelecidos na legislação (Macroplan, 2012).

A motivação para cobrança dos royalties envolve vários objetivos, dentre os quais (Bregman, 2007):

- "Internalização" de externalidades: as externalidades podem ser entendidas como custos ou benefícios gerados por uma atividade econômica que não são arcados ou apropriados pelo agente responsável por tal atividade. No caso das atividades petrolíferas, uma externalidade negativa notável é a emissão de gases poluentes. Nesse sentido, a justificativa para cobrança de royalties é similar à justificativa para imposição de um preço às emissões de GEE apresentadas nesse estudo;

- Compensação dos impactos territoriais de adensamento das atividades de exploração e produção (impactos ambientais, custos de manutenção de rodovias e demais externalidades negativas) e mitigação dos problemas causados por tais atividades, como influxos demográficos de trabalhadores, sobrecarga da infraestrutura local e crescimento da demanda por serviços públicos;

- Promoção de justiça intergeracional, no sentido de compensar gerações futuras pelo uso de um recurso natural finito.

Até setembro de 2013, a legislação[41] que estabelecia as regras de distribuição dos royalties entre estados e municípios não discorria sobre a forma de utilização desses recursos[42], que ficava a cargo dos governos locais.

Com a descoberta da camada pré-sal em 2007, espera-se que a produção petrolífera no Brasil aumente de 2,4 milhões de barris de óleo equivalente por dia (boed) em 2012, para 4,4 milhões de barris em 2020. Com isso, a receita proveniente de royalties e participação especial[43] de R$ 31,5 bilhões gerada em 2012 pode chegar a mais de R$ 50 bilhões em 2020.[44]

---

41. Lei no 7.990/1989 e Lei no 12.734/2012

42. Vale notar que a Lei 7.990/1989 vedava a aplicação desses recursos para o pagamento de dívidas e do quadro permanente de pessoal.

43. Participação especial é um tipo extra de royalties, válido para campos de alta produtividade

44. Agência Senado, 2013

Essa descoberta e crescente perspectiva de arrecadação de recursos gerou grande discussão sobre a destinação dos royalties e diferentes grupos políticos se mobilizaram com o tema.[45]

Após grande discussão, em 09 de setembro de 2013 foi assinada a Lei nº 12.858/2013, que dispõe sobre a destinação das receitas do petróleo.

A Lei nº 12.858/2013 estabelece a destinação de receitas provenientes dos royalties e da participação especial de contratos assinados a partir de 03 de dezembro de 2012. De acordo com essa lei, estados e municípios devem aplicar 75% desses recursos para a área de educação e 25% para a saúde.

Apesar de representar um avanço em relação à situação anterior (falta de orientação sobre a aplicação dos recursos), a Lei nº 12.858/2013 não observa os princípios que justificam a cobrança de royalties e, um de seus aspectos principais, a compensação de impactos ambientais não está contemplada na nova legislação.

Assim, a análise da experiência de utilização dos royalties no Brasil fornece alguns indicativos importantes sobre a destinação de receitas governamentais. Similar aos royalties, a precificação das emissões de GEE visa à compensação de externalidades negativas. No entanto, no Brasil (assim como em outros lugares), a destinação desses recursos pode obedecer a lógicas políticas não necessariamente alinhadas à motivação da coleta de receita. Portanto, é importante definir previamente a utilização desses recursos, que podem atingir volumes significativos quando o mercado estiver em operação. Esse histórico deve ser cuidadosamente considerado na análise de criação de um potencial mercado de carbono com arrecadação de receitas através de leilões.

6.1 Conclusões sobre o mecanismo de distribuição

O mecanismo de distribuição das permissões é um aspecto importante do mercado de carbono, uma vez que determina o custo de participação para as entidades reguladas. Um mecanismo de alocação bem desenhado deve distribuir de maneira eficiente as oportunidades de redução entre as entidades participantes, levando em consideração a capacidade de redução de cada setor para absorver custos adicionais. Além disso, o mecanismo de distribuição deve evitar aumentos de preços significativos aos consumidores finais e diminuir o risco de carbon leakage.

45. Último Segundo, 2013

Existem três métodos de distribuição de permissões consolidados, que têm impactos diferentes em cada mercado:

- A alocação gratuita reduz o custo do mercado para as empresas participantes e pode ser um método de distribuição interessante para as fases iniciais de um novo mercado de carbono, já que é mais bem aceito pelo setor industrial e permite às empresas e ao governo se familiarizar com as regras do mercado. Porém, em alguns casos, a alocação gratuita pode levar a uma alocação excessiva de permissões e geração de windfall profits.

- O leilão das permissões aumenta a transparência do mercado e fornece um sinal claro de preço, além de gerar receita para o regulador, que pode utilizá-la para apoiar projetos de eficiência energética e energia renovável. No entanto, é politicamente difícil de aprovar e levanta críticas do setor industrial, que alega possíveis aumentos nos custos de produção e desvantagens no mercado internacional (que podem levar à ocorrência de carbon leakage).

- A abordagem híbrida combina a eficiência do leilão com o mecanismo de compensação da alocação gratuita, mas a sua implementação é complexa e pode representar um desafio para o regulador do mercado.

A análise da experiência de três mercados existentes mostrou que a maioria das iniciativas utiliza a abordagem híbrida, com o EU ETS transitando da alocação gratuita para o aumento gradual do volume de permissões leiloadas, e a Califórnia optando pela abordagem híbrida desde a criação de seu mercado. Além da preferência pela abordagem híbrida, outros ensinamentos úteis são:

- A importância dos dados de emissões históricas de GEE ou um mecanismo para garantir que a distribuição das permissões reflita o perfil de emissões do setor regulado. A utilização de dados de GEE ou dados produtivos recentes é importante para garantir que mudanças no mix de geração de energia e no perfil de emissões sejam refletidas na alocação das permissões;

- Flexibilidade para revisar e ajustar a meta do mercado. As dinâmicas que afetam o perfil de emissões dos setores regulados mudam rapidamente. O regulador deve ser capaz de reagir a tais mudanças, proporcionando segurança aos participantes e preservando a integridade do regime.

- O setor de energia e empresas energo-intensivas deve ter uma fórmula de alocação especial, baseada no leilão de licenças para evitar a geração de windfall profits

- Alguns aspectos do mercado terão um impacto relevante no equilíbrio do mesmo, e devem ser cuidadosamente gerenciados pelo regulador. O mecanismo de transferência de permissões pode inundar fases futuras do sistema e minar a meta de redução no longo prazo.

- O leilão das permissões pode gerar receitas significativas para o regulador. A destinação dessas receitas, entretanto, deve ser claramente definida antes do início do mercado, para evitar questionamentos por parte dos participantes ou a utilização dos recursos com iniciativas não alinhadas aos objetivos do mercado.

Além da definição do método de distribuição, o regulador deve decidir também o número de permissões que serão alocadas para cada participante do mercado. A alocação baseada no volume de emissões históricas tende a favorecer empresas mais emissoras, que recebem um volume maior de permissões porque emitiram mais no passado. Já na alocação através de benchmarks, o regulador pode beneficiar as empresas eficientes, atribuindo um número maior de permissões às empresas mais próximas ao valor de benchmark.

A próxima seção irá discutir a definição de benchmarks nos mercados europeus e californiano, e apresentar recomendações para São Paulo e outros governos brasileiros.

7. A criação de benchmarks

Benchmarks de emissão de GEE são métricas que permitem a comparação das emissões de GEE de instalações industriais semelhantes. Podem ser usados para estabelecer padrões de desempenho, criar metas voluntárias ou como base para a alocação de permissões em um mercado cap-and-trade.
A alocação de permissões através de valores de benchmarks cria um incentivo para que as empresas reduzam suas emissões internamente, já que, quanto mais próximas do benchmark, maior o número de permissões que a entidade receberá do regulador.

Normalmente os benchmarks são representados por emissões de GEE por unidade de produto (benchmark de produto).

Benchmarks de produto são úteis e fáceis de ser estabelecidos para os setores industriais nos quais o processo produtivo é homogêneo, ou seja, não há grandes variações entre os processos produtivos de indústrias do mesmo setor, como por exemplo, o setor siderúrgico. No entanto, para setores nos quais a produção varia significativamente entre uma indústria e outra (por ex. setor químico), a definição de um benchmark de produto é mais difícil, e outro método pode ser utilizado (benchmark de combustível, de calor ou emissões de processo).

A próxima seção irá apresentar o processo de criação de benchmarks em dois mercados: EU ETS e Califórnia. O RGGI não foi incluído porque a alocação no mercado RGGI não é feita através de benchmarks. Todas as permissões são vendidas em leilão e a empresa que adquirir o maior volume terá o maior número de permissões.

7.1 Benchmarks no EU ETS

De maneira geral, os tipos de benchmarks existentes no EU ETS para a alocação de permissões gratuitas para os setores industriais são:

1. De produto (tCO_2/t de produto); alocação baseada na produção de produtos,

2. De calor (tCO_2 /TJ de vapor consumido); alocação baseada na quantidade de calor mensurável consumido,

3. De combustível (tCO_2 /TJ de combustível utilizado); alocação baseada na quantidade de combustível consumida,

4. Abordagem das emissões de processo; alocação é de 97% das emissões históricas

A ordem apresentada acima também representa a hierarquia de condições para aplicação das metodologias: na impossibilidade do cálculo de um benchmark de produto, utiliza-se o de calor, desde que o calor seja mensurável; na ausência de um benchmark de produto e calor mensurável, utiliza-se o de combustível, onde houver sua queima; não havendo benchmark de produto, calor mensurável e as emissões não sendo oriundas da queima de combustíveis, utiliza-se as emissões históricas de processo.

Uma planta que produz mais de um tipo de produto deve adotar benchmarks específicos para cada tipo de produto e, assim, assume-se que a planta contém n "sub-instalações", com fronteiras bem definidas, que se enquadram nas fronteiras do respectivo benchmark. Uma instalação pode ser dividida em um número máximo de n+6 sub-instalações, sendo n o número de benchmarks de produto aplicáveis. Outras partes da planta, onde o benchmark de produto não for aplicável, podem ser divididas em um máximo de 6 sub-instalações, onde serão aplicadas as outras metodologias de benchmark de apoio (calor, combustível, emissões). Uma sub-instalação representa todos os inputs, outputs e emissões correspondentes a um regime de alocação específico e cada sub-instalação recebe a alocação de acordo com uma única metodologia. As fronteiras de uma sub-instalação não necessariamente são definidas pelas fronteiras de uma unidade física de processo.[46]

Além da criação de benchmarks, a CE definiu também um fator de exposição ao risco de carbon leakage (carbon leakage exposure factor – CLEF) por setor, que será multiplicado pelo volume preliminar de permissões obtido através do cálculo do benchmark. Para os setores industriais considerados expostos ao risco de carbon leakage, o fator é 1.00 ao longo do total de anos do mercado. Para os setores considerados não expostos, o fator é 0.80 em 2013 e diminui até 0.30 em 2020. Uma discussão mais detalhada da definição do fator de exposição ao risco de carbon leakage será apresentada no próximo capítulo.

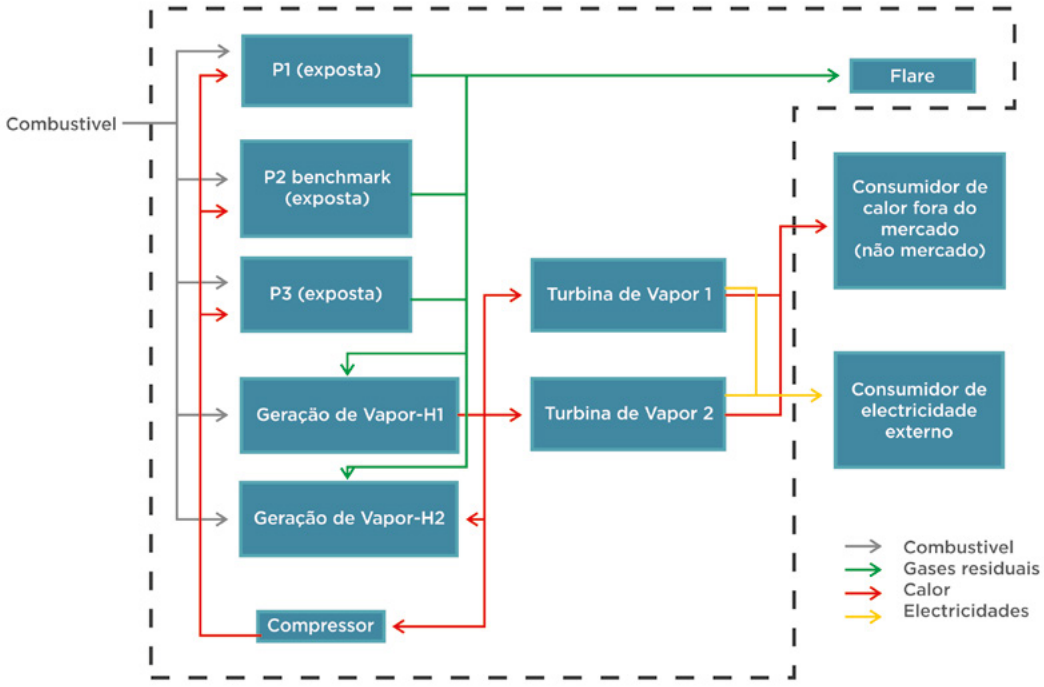
---

46. Muito cuidado deve ser tomado para que todos os inputs (combustível, calor, etc.), respectivos outputs (produtos, calor, eletricidade, etc.) e emissões correspondentes sejam levados em conta, mas sem haver sobreposição entre sub-instalações e double-counting (contabilização da mesma emissão mais de uma vez).

7.1.1 Definição das sub-instalações

A Figura 14 abaixo exemplifica uma planta padrão para ilustração da definição das sub-instalações e tipos de benchmarks aplicados. Nessa planta esquemática, a linha pontilhada representa as fronteiras para a qual ela tem direitos de receber permissões para emitir (processos que ocorrem dentro das fronteiras da planta). Cada caixa representa uma unidade física, onde um ou mais processos industriais ocorrem. Para cada unidade de processamento, há consumo de combustível e calor, e emissões de GEE associadas. As linhas coloridas representam os fluxos de energia de e para processos.

Figura 14 - Exemplo de instalação que combina várias metodologias



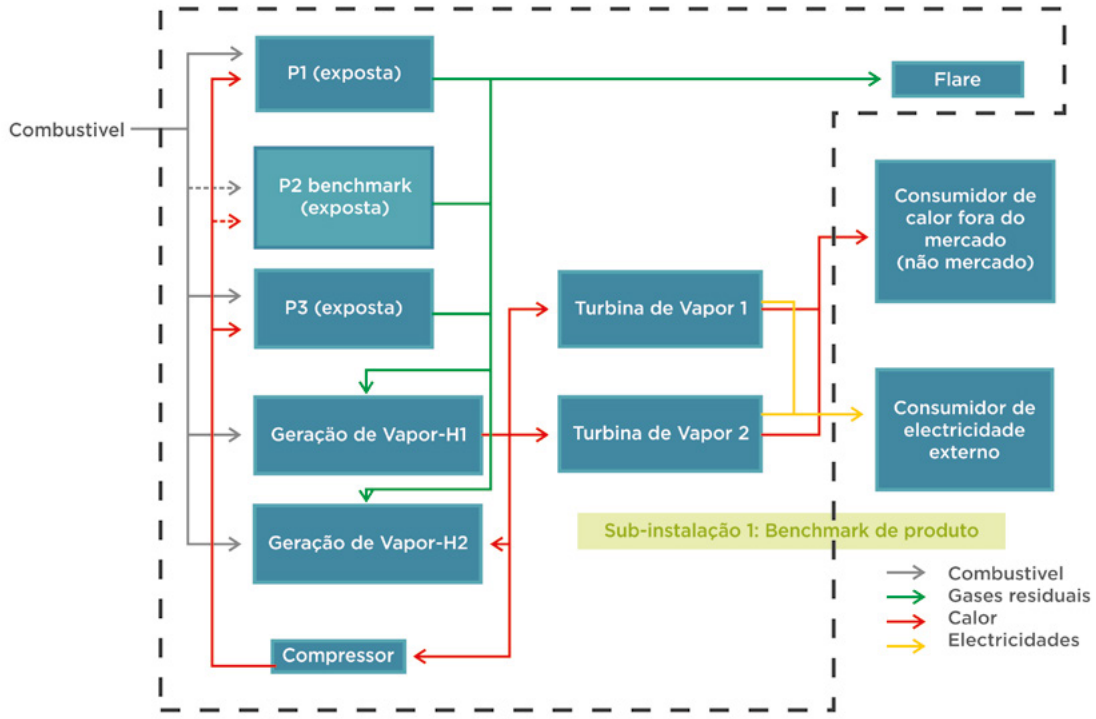
Fonte: Adaptado de EC (2011a)

P1, P2 e P3 se referem a três unidades de processamento nas quais são fabricados produtos. Para P2 tem-se disponível um benchmark de produto, mas para P1 e P3, não. P1, P2 e P3 estão expostas ao risco de carbon leakage, mas o consumidor de calor, que não faz parte do mercado de emissões, não está. Não há flaring de segurança.

Na Figura 15 tem-se a definição da primeira sub-instalação. A planta tem um produto com um benchmark de produto (n = 1), e P2 é identificada como sub-instalação produtora desse produto. As linhas coloridas pontilhadas mostram os fluxos de energia relevantes para a sub-instalação 1: combustível e calor entram e gases residuais e emissões (não mostradas) saem e são atribuídos a sub-instalação.

A quantidade de combustível e calor (em Terrajoules, TJ) consumidos não influencia na alocação, já que esta unidade (P2) usa um benchmark de produto, mas precisa ser conhecida para não ser atribuída a outra sub-instalação.

Figura 15 - Definição das sub-instalações em função dos benchmarks (de produto)



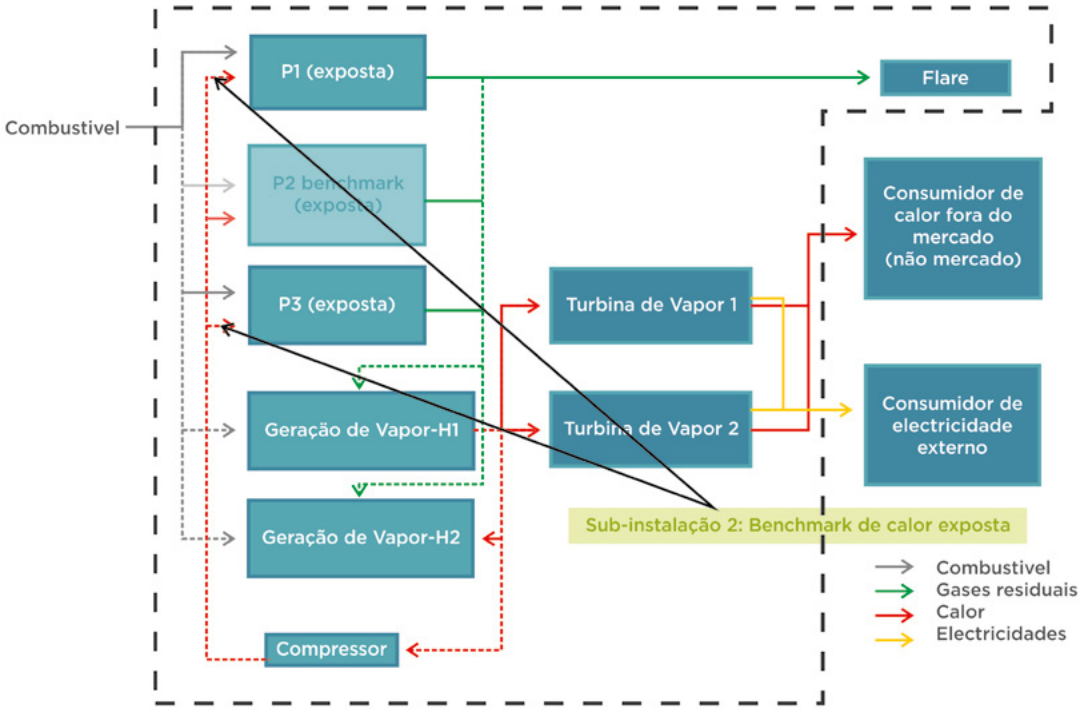
Fonte: Adaptado de EC (2011a)

A planta consome calor mensurável fora das fronteiras do benchmark de produto e exporta calor para consumidores fora do mercado EU ETS (Figura 16). As unidades de processo P1 e P3 estão expostas a carbon leakage, enquanto o consumidor externo não está (já que não faz parte do mercado). Assim, duas sub-instalações de benchmarks de calor terão de ser definidas.A sub-instalação 2 é responsável pelo calor consumido por P1 e P3, pelas emissões ligadas à produção deste calor e pelos fluxos de energia utilizados para produzir o calor. O calor é produzido pela queima de gases residuais e combustível dos dois geradores; parte do calor produzido é também consumido por outros consumidores.

A sub-instalação 2, portanto, é responsável por parte dos gases residuais e combustível queimado nos geradores e, consequentemente, por parte das emissões correspondentes.

.

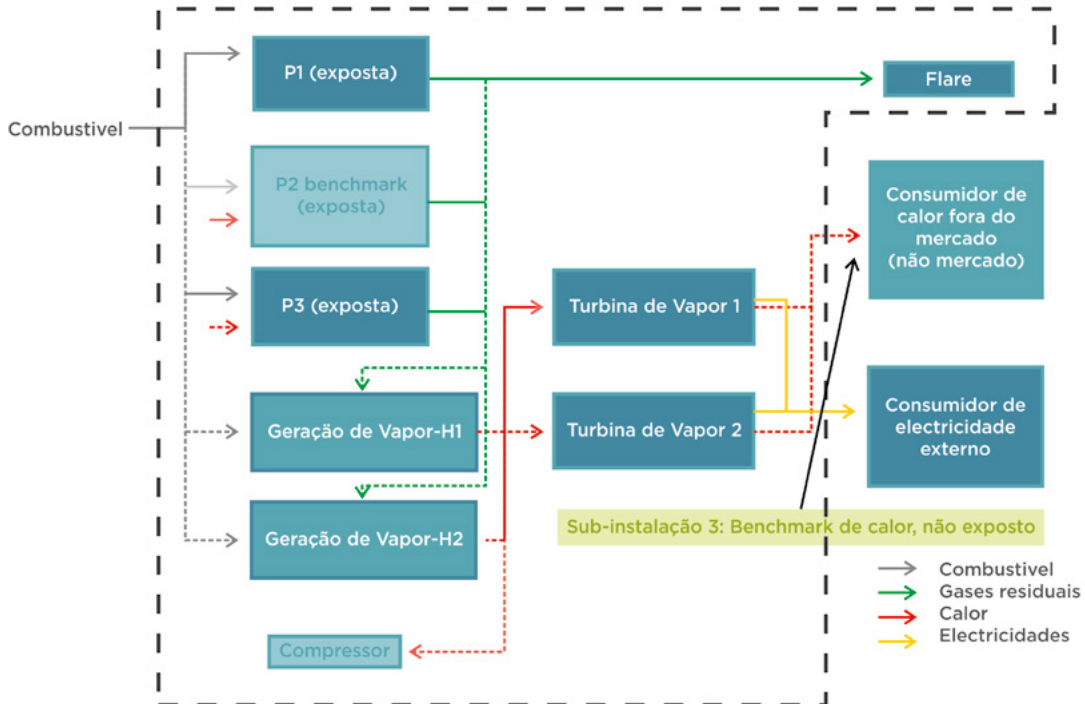
Figura 16 - Definição das sub-instalações em função dos benchmarks (de calor, com exposição ao risco de carbon leakage)



Fonte: Adaptado de EC (2011a)

Na Figura 17, a sub-instalação 3 é definida pela produção de calor mensurável, consumido para produção de produtos não expostos a risco significativo de carbon leakage. Da mesma forma que para a sub-instalação 2, a sub-instalação 3 é responsável por parte dos gases residuais e combustível queimado nos geradores e por parte das emissões correspondentes (considerando apenas a "parte consumidora"). As sub-instalações 2 e 3 juntas cobrem a quantidade total de combustível utilizado para gerar calor mensurável e as emissões correspondentes.

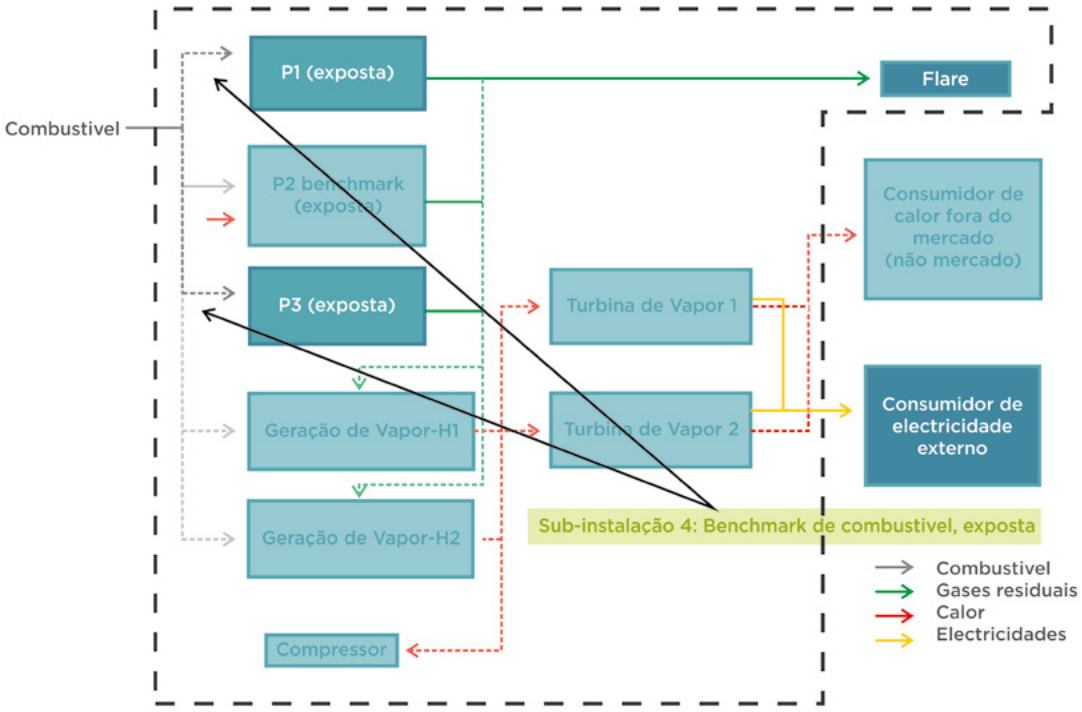
Figura 17 - Definição das sub-instalações em função dos benchmarks (de calor sem exposição ao riso de carbon leakage)



Fonte: Adaptado de EC (2011a)

Na Figura 18, vê-se que a instalação possui duas unidades de processamento (P1 e P3) onde combustível é queimado para aquecimento direto. Ambas produzem produtos que são expostos a carbon leakage e, portanto, ficam cobertas por uma mesma sub-instalação (sub-instalação 4). A entrada e saída relevante são combustível utilizado e emissões, respectivamente.

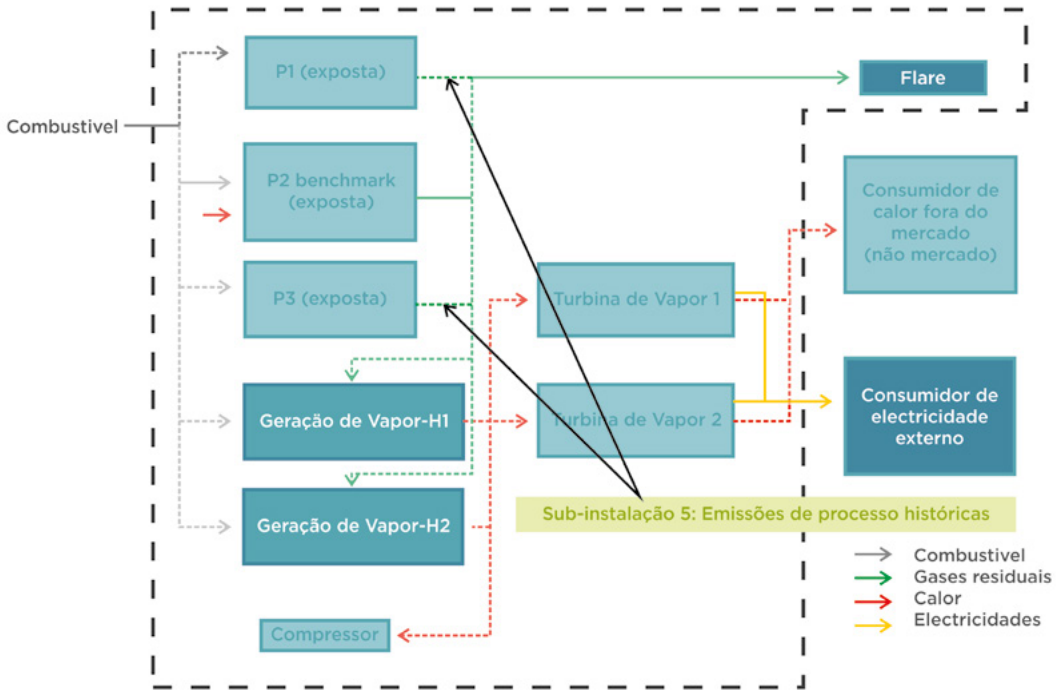
Figura 18 - Definição das sub-instalações em função dos benchmarks (de combustível)



Fonte: Adaptado de EC (2011a)

Na Figura 19, gases residuais produzidos por P1 e P3 podem tanto ir para flares (mas não por questão de segurança) como serem usados para queima nos geradores. Flaring que não seja por questão de segurança, não é elegível para a alocação de permissões e o uso dos gases residuais já foram cobertos pelos dois benchmarks de calor. Assim, a sub-instalação 5 é definida utilizando a abordagem de emissões históricas para a produção de gases residuais de P1 e P3 e as emissões relevantes de serem atribuídas são as de gases residuais produzidos.

Figura 19 - Definição das sub-instalações em função dos benchmarks (de emissões de processo)



Fonte: Adaptado de EC (2011a)

As entradas e saídas relevantes são: quantidade de CO2 no gás residual, quantidade de queima incompleta de gás residual, conteúdo de energia do gás residual e combustível necessário para produção do gás residual.

Uma vez definidas as sub-instalações e os tipos de benchmark necessários, deve-se aplicar os benchmarks a cada sub-instalação de acordo com as condições estabelecidas abaixo.

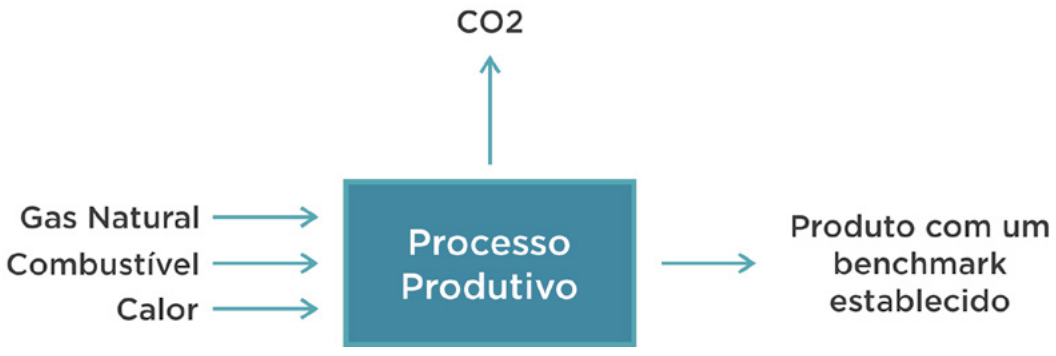
7.1.2 Benchmark de produto

Como mencionado no capítulo anterior, a definição dos valores dos *benchmarks* de produto baseouse na análise do desempenho das empresas 10% mais eficientes de cada setor (em termos de emissões de tCO_2 por unidade de produto). Quanto mais próximas desse *benchmark,* maior o número de permissões gratuitas que as empresas recebem. Essa mesma abordagem foi utilizada para a definição dos *benchmarks* de calor e combustível, ou seja, análise das empresas 10% eficientes em termos de emissões de tCO_2 por unidade de calor ou combustível consumida. A criação de *benchmarks* no mercado europeu baseia-se no princípio um produto, um *benchmark*. Para cada setor industrial, a CE tentou identificar um produto final para o qual um valor de benchmark foi estabelecido.

Quando não é possível identificar um produto final, ou a abordagem de *benchmark* de produto não é considerada adequada, a CE utiliza outros tipos de *benchmarks* (de combustível ou calor) ou a alocação é feita com base nas emissões históricas. Como já mencionado, cada produto defini um *benchmark*, que delimita uma sub-instalação (podendo-se ter até um máximo de 6 sub-instalações). Para a definição das sub-instalações de *benchmark* de produto, os passos abaixo devem ser seguidos:

- Identificação das fronteiras da sub-instalação[47]
- Identificação de valores de benchmark de produto relevantes
- Identificação do status de carbon leakage (e fator de exposição ao carbon leakage correspondente)[48]

Figura 20 - Sub-instalação de benchmark de produto



Fonte: Adaptado de EC (2011a)

47. European Commission, 2011b

48. European Commission, 2011c

possíveis para um mercado cap-and-trade no Brasil, ainda que na modalidade pre-compliance, sugerindo bases mínimas regulatórias e institucionais para cada componente de mercado nos diferentes modelos apresentados. Além disso, não há, claramente, a pretensão de se esgotar o tema em aspectos jurídicos, institucionais ou técnicos, mas simplesmente de se lançar uma discussão mais aprofundada sobre um programa cap-and-trade no Brasil, auxiliando na reflexão das empresas e governos sobre as opções existentes para esta variedade de regulação ambiental.

Tabela 6 – Produtos e respectivos benchmarks do mercado europeu

Produto	Benchmark (permissões/tonelada)
Acetona/fenol	0,266
Ácido adípico	2,79
Ácido nítrico	0,302
Aço carbono de forno de arco elétrico	0,283
Aço de alta liga de forno de arco elétrico	0,352
Alumínio	1,514
Amônia	1,619
Anodo pré-cozido	0,324
Argamassa	0,048
Aromáticos	0,0295
Cal	0,954
Carbonato de sódio	0,843
Carbono negro	1,954
Celulose de fibra curta	0,12
Celulose de fibra longa	0,06
Clínquer de cimento branco	0,987
Clínquer de cimento cinza	0,766
Coque	0,286
Dolomita	1,072
Dolomita sinterizada	1,449
E-PVC	0,238
Estireno	0,527
Fibra de vidro de filamento contínuo	0,406
Fundição de ferro	0,325
Gás de síntese	0,242
Gesso secundário seco	0,017
Hidrogênio	8,85
Lã mineral	0,682
Metal quente	1,328

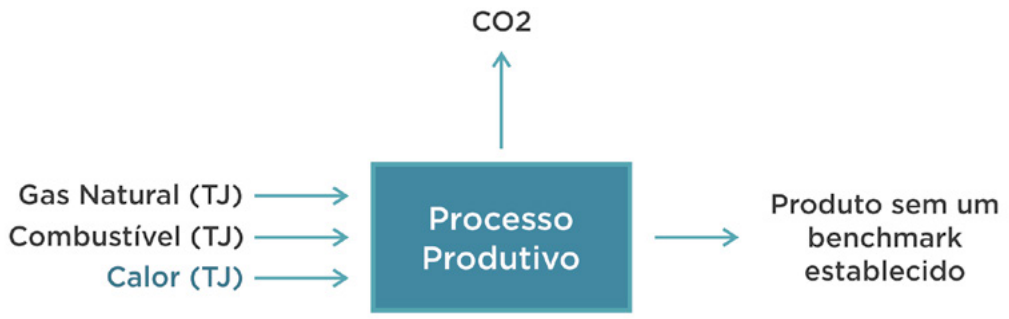
Produto	Benchmark (permissões/tonelada)
Minério sinterizado	0,171
Monômero de cloreto de vinilo	0,204
Óxido de etileno e etilenoglicóis	0,512
Papel de jornal	0,298
Papel fino não-revestido	0,318
Papel fino revestido	0,318
Papelão não-revestido	0,237
Papelão revestido	0,273
Pasta de papel recuperado	0,039
Pasta sulfato, pasta termomecânica e mecânica	0,02
Pavimentadoras	0,192
Placas de estuque	0,131
Pó atomizado (spray)	0,076
Produtos de refinaria	0,0295
Recipientes de vidro colorido	0,306
Recipientes de vidro não-colorido	0,382
S-PVC	0,085
Steam-cracking (produtos químicos de alto valor)	0,702
Tecido	0,334
Telhas	0,144
Testliner e canelura	0,248
Tijolos	0,139
Vidro flotado	0,453

Fonte: Adaptado de EC (2011b)

7.1.3 Benchmark de calor

O benchmark de calor pode ser exemplificado pela figura 21 abaixo.

Figura 21 - Sub-instalação de benchmark de calor



Fonte: Adaptado de EC (2011b)

Para ser aplicado, o calor utilizado deve obedecer a seis condições principais:

- O calor deve ser mensurável: considera-se o fluxo líquido; o fluxo é transportado por dutos identificáveis; o fluxo de calor é transportado por um meio determinado (vapor, ar quente, água, sais, metais líquidos ou óleo); como é transportado através de dutos, deve haver um medidor instalado;

- O calor deve ser usado para alguma finalidade (produção de algum produto, gerar energia mecânica, aquecimento, resfriamento);

- O calor não pode ser usado para a geração de eletricidade;

- O calor não é produzido dentro das fronteiras de um *benchmark* de produção de ácido nítrico; O calor não é consumido dentro das fronteiras de um *benchmark* de produto;

- O calor é:

  Consumido e produzido dentro de uma instalação coberta pelo ETS;
  OU
  Produzido por uma instalação coberta pelo ETS e consumido por uma instalação não-ETS ou qualquer outra entidade para qualquer finalidade que não seja produção de eletricidade.

Uma ou duas sub-instalações podem ser definidas sob o *benchmark* de calor, dependendo do status de carbon leakage do produto para o qual o calor for consumido: calor consumido no processo de fabricação de um produto considerado exposto à carbon leakage deve ser incluído numa sub-instalação diferente do consumido num processo considerado não exposto.

A informação principal necessária para uso deste *benchmark* são dados históricos de nível de atividade da sub-instalação, expressos em TJ. Em princípio, nenhuma distinção é feita entre as fontes deste calor, se diferentes. Não havendo dados históricos disponíveis de calor mensurável, pode ser feita uma aproximação para se chegar a uma série histórica[49]. O *benchmark* de calor do sistema europeu foi definido em 62,3 tCO_2/TJ. Para a definição desse valor de *benchmark*, uma abordagem semelhante ao benchmark de produto foi adotada, ou seja, análise das empresas 10% eficientes em termos de emissões de tCO_2 por unidade de calor. A medição do calor deve ser feita na linha de produção que está consumindo o calor. Entretanto, para o calor que está sendo exportado de uma sub-instalação de *benchmark* de calor para uma entidade não inserida no ETS, este calor pode ser medido na saída da planta que está produzindo o calor.

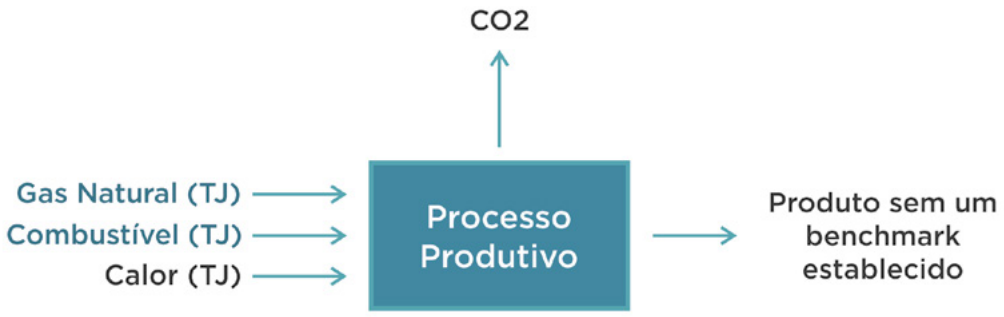
---

49. European Commission, 2013e

7.1.3 Benchmark de combustível

O benchmark de combustível pode ser exemplificado pela figura 22 abaixo.

Figura 22 - Sub-instalação de benchmark de combustível



Fonte: Adaptado de EC (2011b)

Para ser aplicado, o combustível utilizado deve obedecer quatro condições principais:

- O combustível não é consumido dentro das fronteiras de um *benchmark* de produto;
- O combustível não é consumido para produção de eletricidade;
- O combustível não é queimado em flares, a não ser por questão de segurança;
- O combustível é queimado para:

  Aquecimento ou refrigeração diretos, sem meios de transferência de calor;
  OU
  Produção de energia mecânica, que não seja usada para produção de eletricidade;
  OU
  Produção de produtos.

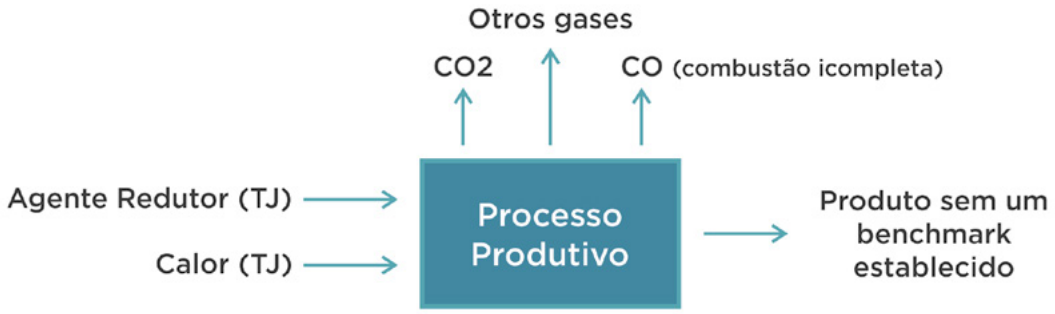
Da mesma forma que para o calor, uma ou duas sub-instalações podem ser definidas sob o *benchmark* de combustível, dependendo do status de carbon leakage do produto para o qual o combustível foi utilizado: combustível queimado no processo de fabricação de um produto considerado exposto à carbon leakage deve ser incluído numa sub-instalação diferente do queimado num processo considerado não exposto.

O *benchmark* de combustível estabelecido pelo sistema europeu foi de 56,1 tCO2/TJ. De maneira semelhante aos outros *benchmarks*, o desempenho das empresas 10% mais eficientes em termos de emissão de CO_2 por unidade de combustível foi utilizado para definir o *benchmark*.

7.1.1 Benchmark de emissões de processo

O *benchmark* de emissões de processo pode ser exemplificado pela figura 23 abaixo.

Figura 23 - Sub-instalação de benchmark de emissões de processo



Fonte: Adaptado de EC (2011b)

Para ser aplicado este *benchmark*, as emissões devem se enquadrar nas condições abaixo:

- As emissões não são cobertas por um *benchmark* de produto ou qualquer outras das abordagens mencionadas acima;

- As emissões consideradas "emissões de processo" são:

  - Emissões de GEE não-CO_2 listados no Anexo I da Diretriz 2003/87/EC europeia, que ocorrem fora das fronteiras de um *benchmark* de produto;
  - Emissões de CO_2 resultantes de qualquer das atividades listadas a seguir, exceto CO_2 originado da oxidação de CO ou outra forma incompleta de oxidação de compostos de carbono;
  - Emissões da queima incompleta de carbono oxidado, resultante de qualquer das atividades a seguir, com o propósito de produzir calor mensurável, calor não- mensurável ou eletricidade, MENOS as emissões da queima de gás natural com conteúdo energético igual a estes gases, considerando as diferenças nas eficiências de conversão energética.

As atividades mencionadas nas condições acima se referem a:

- Redução eletrolítica ou química de compostos de metal em minérios, concentrados e secundários (por ex., produção de cobre a partir de minerais de carbonato de cobre);
- Remoção de impurezas de metais e compostos metálicos (por ex., emissões da oxidação de impurezas de sucatas, emitidas como parte do processo de reciclagem);
- Decomposição térmica de carbonatos, excluindo aqueles de limpeza de gases de combustão (por ex., produção de magnésia);
- Síntese química, onde o material de suporte de carbono (carbon bearing material) participa da reação para qualquer finalidade primária que não a geração de calor (por ex., produção de ácido acrílico, acetileno (oxidação parcial), acrilonitrila (amoxidação), formaldeído (oxidação parcial/desidrogenação);
- Uso de carbono contendo aditivos ou matéria-prima para qualquer finalidade primária que não a geração de calor (por ex., emissões da oxidação de aditivos orgânicos para aumentar a porosidade de produtos cerâmicos);
- Redução química ou eletrolítica de metalóides ou não-metais, como óxidos de silício e fosfatos (por ex., produção de silício, redução de minério de fosfato).

Para a quarta e quinta atividades mencionadas acima, é necessário analisar se há outro propósito para o uso de material contendo carbono, que não a produção de calor. Se houver, é preciso identificar qual o propósito principal. Por exemplo, a produção de cal como um processo de alta temperatura exige o uso de quantidades significativas de combustível para a produção do calor necessário para a reação química. Se a cal é utilizada para processos de purificação (por ex., produção de açúcar), exigindo um excesso de CO_2, o CO_2 da queima serve a um propósito adicional. Entretanto, dada a alta intensidade energética do processo, a produção de calor tem que ser considerada como propósito principal da queima de combustível e as emissões resultantes não podem ser cobertas como uma sub-instalação de emissões de processo.

Também para as emissões de processo, uma ou duas sub-instalações podem ser definidas sob este benchmark, dependendo do status de carbon leakage do produto cujo processo de fabricação gera as emissões consideradas: emissões do processo de fabricação de um produto considerado exposto à carbon leakage

devem ser incluídas numa sub-instalação diferente das emissões de um processo considerado não exposto.

A informação principal necessária para uso deste benchmark são dados históricos de emissões de processo, expressos em tCO_2e.

7.2 Benchmark na Califórnia

Na Califórnia, a opção pelo benchmark segue a seguinte hierarquia:

1. Benchmark de produto;
2. Benchmark de calor;
3. Benchmark de combustível.

Assim como na Europa, a prioridade é utilizar o *benchmark* de produto e só na inviabilidade deste utilizar os demais (de calor e combustível), que podem também ser agregados na classificação mais abrangente de *benchmark* de energia.

7.2.1 Benchmark de produto

Na Califórnia, esta abordagem foi utilizada para alocar cerca de 95% das permissões gratuitas fornecidas às instalações industriais em 2013, 31% do montante total de permissões do mesmo ano.

Começando com dados do ano de 2011, cada unidade submetida a este benchmark irá apresentar dados de produção verificados para o ARB, como parte do relato obrigatório de emissões de GEE. O ARB vai usar essa informação de saída do produto para atribuir permissões para as instalações utilizando a seguinte equação geral:

Alocação = produção x AF x B x C

Sendo,
Produção: quantidade de produto produzido (média dos últimos três anos, que é atualizada a cada ano, para cada tipo de atividade)
AF: fator de assistência, determinado pelo risco de carbon leakage da indústria
B: benchmark do produto (fixo no tempo)
C: fator de ajuste: reflete a diminuição do volume total de permissões disponíveis ao longo do tempo

O passo a passo para a definição do *benchmark* de produto é apresentado abaixo:

Passo 1 - *Selecionar os produtos industriais apropriados*

Para desenvolver um *benchmark* que crie o incentivo correto para a redução das emissões, a Califórnia adotou o princípio europeu de um produto, um *benchmark.* Isso demonstra que, na maior parte dos casos, é apropriado evitar benchmarks diferenciados por tecnologia, mistura de combustíveis, tamanho e idade da instalação, circunstâncias climáticas ou qualidade da matéria prima. Assegurar que qualquer opção de abatimento de emissões seja viável é um ponto crucial no desenvolvimento de uma abordagem de *benchmark* baseada em produto.

Passo 2 - *Examinar as emissões e os custos de carbono esperados*

Custos diretos de carbono (proporcionais a emissões diretas de GEE) precisam ser avaliados e ajustados para qualquer custo indireto ou de recuperação de carbono. Por exemplo, se a energia é comprada por uma instalação, há um custo indireto de carbono devido ao preço desta energia comprada. Da mesma forma, se a energia é vendida por uma instalação, algum custo de carbono será recuperado no preço da energia vendida[50].

Passo 3 - *Determinar o rigor do benchmark*

Para determinar o rigor do benchmark, a Califórnia utilizou duas abordagens: 90% da média ou do melhor-da-classe, de modo a refletir a intensidade de emissões das instalações mais eficientes e menos emissoras de cada setor. Foi avaliada a intensidade de emissão média de uma série histórica de produção para cada setor industrial, estabelecendo o benchmark em 90% deste nível por unidade de produto. Esta abordagem funcionou para muitos setores, mas em alguns casos, este nível era mais rigoroso que a intensidade de emissões de qualquer instalação existente na Califórnia. Para estes setores, o *benchmark* foi selecionado com base na intensidade de emissões da instalação existente mais eficiente em termos de emissões (melhor-da-classe).

Nesta abordagem, o ponto de referência é uma função da quantidade de GEE liberada por unidade de produção do produto industrial. Uma forma genérica para um *benchmark* de produto de referência é mostrado na equação a seguir (ARB, 2010b):

$$\text{GEE de Benchmark} = \frac{\text{Emissões (tonelada } CO_2e)}{\text{Produção (toneladas)}}$$

50. Algum custo de carbono também pode ser recuperado se a instalação é capaz de aumentar o preço do seu produto. Este tipo de recuperação é reconhecido no fator de assistência, não é considerado no benchmark.

7.2.2 Benchmark baseado no uso de energia

Para os setores onde o benchmark não pode ser baseado na produção, a Califórnia adotou uma abordagem baseada no uso de energia. A única fonte de emissões da maioria das instalações sob esta abordagem é a queima estacionária de combustíveis fósseis. É uma metodologia de cálculo de alocação baseada na "energia térmica" (thermal energy, TE) porque exclui emissões indiretas da eletricidade comprada dos custos das instalações que recebem compensação pela alocação livre.

A metodologia é composta de duas componentes:

- *Benchmark* baseado na energia térmica total da combustão (escolha do combustível)
  e
- *Benchmark* baseado no consumo de vapor (transferência de calor)

A equação para a alocação é a seguinte:

A = (Vapor x Bvapor + TE x Bcombustível) x AF x C

Sendo,

Vapor: linha de base calculada a partir da média aritmética do consumo histórico anual de vapor, medida em milhões de unidades térmicas britânicas (MMBtu). Deve incluir o vapor utilizado para gerar eletricidade consumida localmente, mas excluir o utilizado na geração da eletricidade vendida ou transferida para outros usuários.

TE *(thermal energy)*: linha de base calculada a partir da média aritmética do consumo histórico anual de energia térmica produzida de combustíveis fósseis, medida em MMBtu. Deve incluir a energia utilizada para gerar eletricidade consumida localmente, mas excluir a utilizada na geração da eletricidade vendida ou transferida para outros usuários. Também deve excluir a energia utilizada para a geração do vapor contabilizado no termo anterior.

B: é o *benchmark* de eficiência de emissões por unidade de vapor (B_{vapor}) ou por unidade de energia do consumo de combustível ($B_{combustível}$)

AF: fator de assistência

C: fator de ajuste: reflete a diminuição do volume total de permissões disponíveis ao longo do tempo

Nesta abordagem, o valor do benchmark é uma função da quantidade de GEE que são emitidos para produzir a energia que é utilizada em uma instalação. A fórmula genérica de um benchmark de uso de energia é demonstrada na equação abaixo (ARB, 2010b):

$$\textbf{GEE de Benchmark} = \frac{\textbf{Emissões (tonelada } CO_2e\textbf{)}}{\textbf{Energia utilizada (MMBtu)}}$$

Os valores de Vapor e TE utilizados nesta fórmula não devem ser atualizados, a não ser no caso de fechamento ou expansão de uma instalação. Ambos valores são diretamente proporcionais ao uso de energia e, assim, atualizar os valores para a fórmula de alocação poderia resultar em um incentivo perverso para diminuir a eficiência e aumentar o uso de energia.

O *benchmark* para consumo de vapor foi baseado num valor teórico de uma instalação queimando gás natural para produzir vapor, assumindo uma eficiência de 85%[51], que representa um sistema de caldeira industrial eficiente. A instalação teórica produziria 6,244 x 10-2 $MTCO_2$/MMBtu de vapor, valor que foi considerado o *benchmark* de consumo. Dentro desta abordagem, as instalações que empregam combustíveis menos intensivos em carbono que o gás natural ou produzem vapor de maneira mais eficiente serão premiadas com excesso de permissões.

Sob a abordagem de uso de energia, o rigor para o *benchmark* de eficiência das caldeiras pode ser estabelecido num nível equivalente ao selecionado para *benchmark* baseado no produto.

Para implementar o *benchmark* de uso de energia para fins de alocação para uma dada instalação, a Califórnia propôs determinar uma linha de base histórica com base na média anual de cada uma das seguintes atividades:

- *Combustível queimado para aplicações diretas em qualquer processo industrial, incluindo aplicações de aquecimento ou refrigeração (MMBtu)*
- *Vapor produzido, exportado, importado e consumido em qualquer processo industrial, incluindo aplicações de refrigeração ou aquecimento (MMBtu)*
- *Combustível queimado para criar o vapor produzido, exportado e consumido em qualquer processo industrial, incluindo aplicações de refrigeração ou aquecimento (MMBtu)*

51. A escolha por este nível de eficiência foi feita, considerando as tecnologias de eficiência de caldeiras industriais exigidas pelo programa Climate Leaders, da Agência Ambiental dos Estados Unidos

- *Eletricidade produzida, exportada, importada e consumida em qualquer processo industrial, incluindo aplicações de refrigeração ou aquecimento (megawatts-hora - MWh)*

- *Combustível queimado para energia elétrica produzida, exportada ou consumida em qualquer processo industrial, incluindo aplicações de refrigeração ou aquecimento (MMBtu)*

Estes dados serão requeridos apenas uma vez, de toda instalação que for receber permissões sob este método, para estabelecimento do benchmark. Novas instalações que iniciarem operações após 2010 terão uma linha de base atribuída pelo ARB. As que encerrarem atividades após o início do programa não serão mais elegíveis e suas permissões serão removidas do sistema.

A metodologia de alocação do ARB possui também um teto, ou um volume máximo de permissões que pode ser alocado a cada entidade. Este limite é expresso como 110% do máximo de emissões históricas anuais da instalação durante o período da linha de base. Essa abordagem permite a consideração de projetos de redução de emissão anteriores à criação do mercado (early action) e, ao mesmo tempo, evita a alocação de um volume excessivo de permissões. O ARB irá calcular este valor máximo de alocação para cada instalação.

7.2.3 Concessionárias de distribuição de energia na Califórnia

As concessionárias de distribuição de energia da Califórnia recebem permissões gratuitamente para evitar o aumento do preço da eletricidade, e, em troca, devem usar o valor destas permissões para reduzir os custos com o cumprimento das regulamentações do Assembly Bill 32 (AB 32). A regulação do sistema de alocação tem dispositivos para garantir que as permissões alocadas sejam utilizadas somente para o bem dos consumidores e não para criar vantagem competitiva em relação a outros participantes do mercado.

Para a alocação das permissões às concessionárias, dois modelos de alocação são considerados: o modelo de vendas no varejo e a alocação baseada em emissões históricas. Os incentivos positivos e negativos gerados por cada um desses modelos são apresentados na Tabela 7, abaixo:

Tabela 7 - Incentivos relacionados aos modelos de alocação de permissões para as concessionárias de energia da Califórnia.

	Emissões Históricas	Vendas no varejo	Vendas no varejo (após ajuste de eficiência energética)
Premia ações anteriores (Opções de geração de energia)	-	+	+
Premia ações anteriores (Eficiência energética)	-	-	+
Reconhece diferenças históricas na matriz de geração energética	+	-	-
Incentiva futura transição para fontes geradoras mais limpas	+	+	+
Incentiva futuros investimentos em eficiência energética	+	-	+
+ Incentivo positivo; – Incentivo negativo (ou sem incentivo)			

Fonte: Adaptado de EC (2011b)

Considerando o modelo de vendas no varejo, a quantidade de permissões distribuída seria proporcional à média móvel das vendas no varejo durante os três anos anteriores ao ano de alocação. Um dos desafios já identificados é que esse tipo de abordagem pode incentivar o aumento das vendas de energia ao invés do investimento em projetos de eficiência energética. Algum tipo de ajuste que considere ações de eficiência deve ser incluído na fórmula de alocação para premiar ações anteriores e evitar o aumento nas vendas. Entretanto, um ajuste deste tipo provavelmente não é tecnicamente possível por enquanto, visto que não há atualmente um padrão de medição do impacto de medidas de eficiência energética para plantas de distribuição da Califórnia.

Utilizando as emissões históricas, a quantidade de permissões distribuída seria proporcional às emissões históricas de fontes e compras da instalação no período de 2004 a 2006. Essa abordagem exigiria a obtenção de informações de emissões de cada instalação durante este período, o que é possível graças ao California Climate Action Registry, embora os dados desta base não sejam inteiramente consistentes entre todas as plantas.

O ARB ainda está avaliando os possíveis métodos de alocação para as concessionárias do setor elétrico.

Como mencionado no capítulo anterior, as concessionárias privadas (investor-owned utilities) receberão a alocação gratuita em um tipo especial de conta. As plantas deverão rentabilizar todas as alocações recebidas através da venda em leilão. O regulamento proposto exige que a concessionária ofereça cada permissão livremente alocada em leilão pelo menos uma vez no ano-calendário correspondente ao exercício em que a alocação foi emitida. Se a permissão não é vendida no ano- calendário correspondente ao exercício da alocação, a planta deverá oferecer esta permissão em leilão pelo menos uma vez por ano até que seja vendida.

A monetização das permissões através de leilão se destina a garantir que o montante do valor dado às distribuidoras seja transparente para o público e que este valor seja utilizado para o benefício dos contribuintes. Esta prática também irá garantir que as permissões livremente alocadas a uma concessionária privada não irão afetar a concorrência no mercado de geração de energia elétrica.

Seguindo os mesmos argumentos do setor elétrico, as concessionárias de distribuição de gás natural solicitaram a alocação livre de permissões, em nome de seus clientes. A proposta feita foi de alocar uma quantidade de permissões para os serviços públicos de gás com base na participação proporcional do uso do gás natural residencial e comercial nas emissões totais ao longo de um período histórico. De acordo com esta proposta, o número de permissões atribuídas para o setor iria diminuir com o tempo, na proporção de declínio do fator de ajuste.

A distribuição dessas licenças entre as concessionárias seria baseada em uma média de três anos de serviços a clientes, em algum período histórico plurianual. As concessionárias solicitaram que o ARB permitisse que 90% das licenças de emissão sejam retidas, para reduzir as obrigações de conformidade dos serviços públicos, enquanto os 10% restantes seriam oferecido em consignação pela concessionária em leilão. Os recursos captados com a venda dos 10% das permissões seriam utilizados para financiar projetos de eficiência energética e outros programas de redução de GEE. O ARB está considerando essa proposta, juntamente com outras abordagens alternativas, como a venda total das permissões em leilões, por exemplo.

7.3 Abordagem de benchmark para o Estado de São Paulo

Como já mencionado, o benchmark é uma métrica que permite a comparação do desempenho de setores econômicos diferentes em termos de emissões de GEE. Geralmente é um valor constante, que se caracteriza por representar a intensidade de emissões do setor em função de um determinado dado de atividade, seja produção, consumo de combustíveis, consumo de calor, etc.

Assim, o primeiro aspecto que o Estado de São Paulo precisará examinar será as emissões individuais das instalações de cada setor que se pretende inserir num potencial mercado de carbono. Esta análise precisa ser feita para um período de tempo comum a todas e é preciso ter certeza de que os procedimentos metodológicos de contabilização e reporte destas emissões sejam padronizados. Mesmo que não seja possível desenvolver um benchmark de produto para todos os setores, utilizar o produto como parâmetro para definir as fronteiras de um processo é uma ferramenta útil, tanto para a entidade que vai gerir o sistema quanto para os empreendimentos.

Com essa metodologia evita-se abordagens diferenciadas por tecnologia, mistura de combustíveis, tamanho e idade da instalação, circunstâncias climáticas ou qualidade da matéria-prima, e considera- se que qualquer opção de abatimento de emissões é viável, conforme princípio adotado tanto na União Europeia como na Califórnia.

Estabelecida uma classificação por produto, que agrupe atividades/processos comuns, será possível estabelecer o rigor do benchmark, identificando a intensidade de emissões que representa o melhor daquela classe de produto. O valor de referência das empresas 10% mais eficientes utilizado na Europa pode servir como parâmetro para estabelecer o rigor do benchmark em São Paulo, porém, esse parâmetro deve ser discutido e analisado juntamente com o setor industrial, para verificar a viabilidade de atingir tais índices de eficiência no Estado. Aplicar toda esta abordagem para o estabelecimento dos benchmarks adequados aos setores econômicos do Estado de São Paulo implicará num esforço de pesquisa para caracterização destes setores em função das informações necessárias ao desenvolvimento do sistema de alocação.

A Europa conduziu uma pesquisa desse tipo recentemente, no processo de transição da fase 2 para a fase 3 do EU ETS. Todos os estados-membros tiveram que enviar seus relatórios de Medidas Nacionais de Implementação (National Implementation Measures – NIMs) à Comissão Europeia (CE) até 30 de setembro de 2011. As Autoridades Competentes (Competent Authorities – CA) foram responsáveis por organizar a coleta de dados relacionada a cada instalação, que serviram de subsídio para os estados-membros elaborarem seus NIMs. Os cronogramas de coleta de dados são específicos para cada estado-membro e, assim, variam de acordo com suas exigências legais locais, mas o conteúdo do NIM deve seguir as regras do mercado de alocação. Para auxiliar os estados- membros a coletar os

dados, a CE desenvolveu um template[52] para a coleta de dados, disponível em todas as línguas da União Europeia. Os estados-membros podem escolher usar o template ou desenvolver seu próprio modelo, desde que todos os dados exigidos sejam coletados. Neste processo de coleta de dados, os operadores tiveram que fornecer os seguintes relatórios:

- *Um relatório com dados para formular uma linha de base, incluindo dados operacionais da instalação;*
- *Um relatório metodológico, apresentando como dados específicos foram determinados;*
- *Um relatório de verificação, fornecendo dados verificados e validados por uma terceira parte.*

A CE tem ciência de que alguns dos dados exigidos são comercialmente sensíveis. Por isso, ela recomenda aos estados-membros que assegurem às suas indústrias, de acordo com seus meios legais, a confidencialidade das informações e que todos os documentos serão utilizados apenas para o propósito do cálculo das alocações e serão tratados da maneira mais cuidadosa possível. Os estados-membros são responsáveis por assegurar que as informações não deixarão de ser enviadas por nenhuma justificativa relacionada a esta questão.

Todas as instalações elegíveis a alocação de permissões foram obrigadas a preencher o template e enviar os relatórios. Quanto às não elegíveis, os estados-membros ficaram livres para decidir se exigiriam os dados ou não.

A Tabela 8 abaixo apresenta algumas sugestões de informações essenciais a serem levantadas para o estabelecimento de um benchmark (baseado na pesquisa realizada pela Europa). Tentou-se fazer uma análise, traçando um paralelo com que se obteve de informação sobre o que o Estado de São Paulo já coleta de dados com seu sistema de registro público de emissões (inventários de GEE de empreendimentos):

52. Otemplateestádisponívelem: http://ec.europa.eu/clima/policies/ets/cap/allocation/documentation_en.htm

Tabela 8 – Sugestão de informações a serem levantadas para subsidiar a elaboração de benchmarks para o Estado de São Paulo, comparado com as informações solicitadas pela CE

Informações solicitadas pela CE	Inventário de empreendimentos de São Paulo
Identificação da instalação	Já solicitado
Lista de produtos fabricados	Não é solicitado
Lista de conexões técnicas (se calor, resíduos ou gases são importados ou exportados para outras instalações ou entidades)	Não é solicitado
Emissões de GEE diretas totais e entrada de energia a partir de combustíveis	A que processos são atribuídas emissões (se houver emissões de processo)
A que processos são atribuídas emissões (se houver emissões de processo)	Não se pôde identificar se as emissões são exigidas com esse nível de detalhamento
Gases residuais (se a instalação consome em um processo qualquer gás residual proveniente de algum outro processo)	Não é solicitado
Consumo de combustível e seu uso (quando houver)	Não se pôde identificar se esta informação é solicitada.
Calor mensurável (quando houver)	Não é solicitado
Eletricidade	Solicitado apenas o que é gerado por centrais produtoras, não o consumo de todas as indústrias
Níveis de atividade históricos e detalhes de produção desagregados	Não foi possível identificar se é solicitado este nível de detalhamento
Outros dados específicos para instalações especiais (por exemplo, refinarias, produção de cal, aromáticos, hidrogênio, gás de síntese, dentre outros)	Não parece haver especificidades por tipologia industrial, encontrou-se apenas um manual geral para todas as indústrias.

Fonte: TRPC, com informações da CE e da CETESB

O inventário de GEE de empreendimentos e o registro público de emissões são iniciativas importantes do Estado de São Paulo, e que podem ser melhor exploradas para o estabelecimento de benchmarks no futuro. Para incentivar o fornecimento de informações mais detalhadas, o governo pode considerar a criação de incentivos fiscais ou a extensão do prazo de licenças de operação e/ou licenças ambientais, como acontece em outros Estados.

Alguns Estados, como Minas Gerais e Paraná, estão engajados no levantamento das informações sobre emissões de GEE de suas indústrias e desenvolveram mecanismos para incentivar a adesão aos seus registros públicos de emissões. Similar ao que acontece em São Paulo, a quantidade de informações sobre o processo produtivo coletas nos inventários é limitada, mas os mecanismos de incentivos de adesão ao registro são iniciativas que merecem ser destacadas.

Em Minas Gerais, o Programa Voluntário de Registro Público de Emissões de Gases de Efeito Estufa é uma iniciativa destinada aos empreendimentos passíveis ou não de Autorização Ambiental de Funcionamento (AAF) ou de licenciamento ambiental. Para os empreendimentos que aderirem ao registro, o programa prevê os seguintes incentivos[53]:

- Desconto sobre o valor tabelado para custo de análise do requerimento de revalidação da licença de operação (LO) ou renovação de AAF, aplicado à época da revalidação ou renovação, limitado a 30%, correspondente à redução percentual entre o Indicador de Referência (IRef) do Ano Base e o IRef do anterior ao vencimento da LO ou AAF do empreendimento, observadas as exigências da norma;

- Incremento de 1 (um) ano no prazo da LO ou da AAF do empreendimento, quando da revalidação ou renovação, desde que a redução percentual seja maior ou igual a 10%, observadas as exigências da norma. Esse benefício será cumulativo com outros incrementos de prazo aplicáveis, observados os limites de validade para LO e AAF definidos em normas específicas.

- Recebimento do selo "Integrante do Programa de Registro Público Voluntário das Emissões Anuais de Gases de Efeito Estufa" a ser concedido anualmente pela FEAM a partir de 2012.

53. Decreto 45.299, de 3 Dezembro de 2009

Desde que foi criado, em 2010, o registro público de Minas Gerais contou com a adesão de apenas 10 empresas. Por isso, o governo do Estado está estudando a possibilidade de torná-lo obrigatório. Falta de capacitação das empresas interessadas em participar do programa e dificuldades técnicas com o registro são alguns dos obstáculos relatados[54] pela Fundação Estadual de Meio Ambiente (FEAM), coordenadora do programa.

Para o ano de 2014, além de promover mais capacitações técnicas, a FEAM prevê uma parceria com o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) para utilizar o Cadastro Técnico Estadual como ferramenta de distribuição de dados, de forma que os inventários adicionados ao registro público de Minas Gerais estejam disponíveis para o governo federal. Essa iniciativa faz parte do esforço do governo do Estado de compatibilizar a política estadual à política federal sobre o clima, no que diz respeito à harmonização da coleta e registro de dados de emissões de GEE.

No Paraná, a Política Estadual de Mudanças Climáticas (Lei 17.133/2012), prevê a criação do Registro Público Estadual de Emissões de GEE e o governo do Estado está estudando a concessão de incentivos semelhantes (incentivos fiscais e prorrogação do prazo de licenças de operação) às empresas que aderirem ao registro, porém a plataforma do registro ainda não está finalizada[55].
Em São Paulo, a Lei 13.798/2009, que institui a PEMC também prevê incentivos para a adesão ao registro público, tais como[56]:

- Fomento para reduções de emissões de gases de efeito estufa;
- Ampliação do prazo de renovação de licenças ambientais;
- Priorização e menores taxas de juros em financiamentos públicos;
- Certificação de conformidade;
- Incentivos fiscais.

Entretanto, não há informações sobre a concessão de tais incentivos às empresas que aderiram ao registro. Nesse contexto, a implementação dos incentivos previstos na legislação estadual poderia fomentar a divulgação de informações mais detalhadas e o governo do Estado poderia utilizar esse instrumento para

---

54 Fundação Estadual do Meio Ambiente, 2013

55 Agência de notícias do Paraná

56 Lei n 13.798, de 9 de Novembro de 2009

incentivar o debate sobre a intensidade de emissões (tCO_2e por unidade de produto) da indústria paulista através da criação de grupos de trabalho sobre o tema, como será discutido adiante.

Além disso, a harmonização das metodologias utilizadas nos inventários e sistemas de Monitoramento, Reporte e Verificação (MRV) é fundamental para garantir a comparabilidade das informações coletadas, bem como a criação de uma base de dados detalhada sobre as emissões de GEE nos Estados.

O governo federal já conta com uma iniciativa nesse sentido. Através do Núcleo de Articulação Federativa para o Clima, representantes de todos os Estados e de vários órgãos do governo federal têm atuado em um grupo de trabalho em inventário, coordenado pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI) e pelo Estado de São Paulo; e em um grupo de trabalho de relato de emissões, coordenado pelo Ministério da Fazenda (MF) e o Estado do Rio de Janeiro[57].

O Núcleo de Articulação Federativa está atualmente focado nos inventários públicos estaduais, e não trata de inventários de empreendimentos. Essa iniciativa, entretanto, poderia ser explorada para evoluir para a discussão de inventários de GEE de empreendimentos, beneficiando-se da experiência de Estados pioneiros como São Paulo e Minas Gerais.

A organização da coleta de inventários de GEE de empreendimentos certamente contará com o apoio das federações de indústrias de cada Estado, como foi o caso nos Estados mencionados. Assim, a coleta de informações sobre emissões de GEE pode abrir um canal de diálogo entre os governos estaduais e as indústrias sobre o tema, criando também oportunidades para discussão de tópicos relacionados no futuro, como a intensidade de emissões e a criação de benchmarks.

Nesse contexto, acredita-se que os grupos de trabalhos criados a partir do Núcleo de Articulação Federativa podem ser desmembrados em outras iniciativas, inicialmente focadas na criação de registros de inventários de GEE de empreendimentos em todos os Estados e, numa fase posterior, focadas no desenvolvimento de benchmarks para a indústria brasileira.

Certamente não se deve desconsiderar a complexidade de tais temas e, assim como em outros mercados, o processo de coleta de informações será demorado e complexo. Porém, a utilização dos canais de comunicação já existentes, bem como dos incentivos previstos nas legislações de alguns Estados, podem oferecer uma oportunidade de estruturar esse processo de maneira clara e objetiva.

---

57. Ministério do Meio Ambiente, 2014

Melhores práticas na coleta de informações

A listagem de todos os produtos fabricados por todas as instalações existentes no Estado permitirá a criação das classes a serem estabelecidas para determinação dos *benchmarks*. Para tanto, estes produtos devem ser analisados quanto às suas características, composição e campos de aplicação, que servirão de parâmetros para a definição destas classes. Estas definições deverão ser claras o suficiente para impedir sobreposição das fronteiras e double counting. Todas as demais informações da Tabela 8 devem ser obtidas para um período que o estado determinar (por exemplo, o período em que o sistema de registro de emissões de São Paulo está em vigor). O histórico de informações não precisa ser extenso, por exemplo, o período base exigido pela Europa foi 2005 a 2008 ou 2009 a 2010 (dependendo do início de operação da instalação). Na Califórnia, o ARB tem alguns mecanismos diferenciados de coleta de informações das indústrias, sejam emissões e/ou dados de produção:

- Apresentação anual obrigatória de relatórios de emissões, desde 2008. Indústrias de cimento também têm que reportar dados de produção.

- O setor de exploração e produção de petróleo e gás (desde 2007) e a indústria de vidro (de 2005 a 2007) também são obrigados a responder a uma pesquisa do ARB e fornecer dados de emissões e produção.

- Desde 2010, a Agência de Proteção Ambiental americana (U.S. EPA) coleta dados de emissões de todos os setores e instalações e dados de produção da maioria dos setores do país.

- Literatura acadêmica e dados adicionais obtidos de partes interessadas (stakeholders).

Outros princípios considerados para coleta de dados na Califórnia:

- A parcela das emissões de um grupo de produtos no total do programa cap-and-trade (foco foi colocado sobre a obtenção de dados para o desenvolvimento de benchmarks para os setores mais fortemente emissores, que enfrentam risco de carbon leakage.

- A parcela das emissões de um grupo de produtos no total das emissões do setor (os benchmarks de produtos devem capturar quase todas as emissões de um determinado setor)

- O número de instalações de produção de um determinado produto (um número limitado de instalações na Califórnia faz um benchmark mais complexo)

A Tabela 9 abaixo exemplifica os parâmetros básicos que definem uma classe de produto do mercado europeu: Clínquer de Cimento Cinza.

Tabela 9 - Definição da classe de produto Clínquer de Cimento Cinza.

Clínquer de Cimento Cinza
Definição e explicação dos processos e emissões cobertos: Todos os processos direta ou indiretamente ligados à produção de clínquer de cimento cinza, que incluem emissões do processo de calcinação e emissões relacionadas aos combustíveis usados para fornecer energia térmica ao processo de produção (incluindo perda de calor). Emissões relacionadas à produção da eletricidade consumida estão excluídas das fronteiras do sistema.
Definição e explicação dos produtos cobertos: Clínquer de cimento cinza como o total do clínquer produzido
Unidade de produção: Tonelada de clínquer
Exposição a carbon leakage: Exposto, segundo determinado por decisão da CE.
Benchmark de produto: 0,766 permissões/tonelada
Os processos dentro desta classe também incluem a exportação de calor mensurável (vapor, água quente, etc.), sendo este enquadrado num **benchmark** de calor.

Interessante observar que a Califórnia propôs uma métrica ajustada para o nível de produção de clínquer de cimento de suas instalações. O ajuste foi feito com base na taxa média de aditivos minerais (gesso e calcário), presentes no cimento, o que não é considerado pela Europa. O cálculo do benchmark é mostrado na seguinte equação:

Clínquer ajustado = clínquer produzido x (1 + (calcário e gesso consumido)/ (clínquer consumido))

A Califórnia considera que incluir os minerais adicionados é um método viável de incentivar as cimenteiras a produzir o cimento com menos GEE.

7.3.1 Análise de alguns setores de São Paulo

A análise realizada aqui baseou-se nos estudos elaborados por Avzaradel Szklo et al (2015) para a determinação do potencial de mercado de carbono no Estado de São Paulo. O objetivo foi cruzar as informações levantadas sobre os setores econômicos do Estado de São Paulo com a revisão feita dos processos de benchmarking da Europa e Califórnia, de modo a avaliar se o Estado de São Paulo já possuiria uma base de dados para realizar o mesmo processo, quais as lacunas de informações e recomendar possíveis soluções e formas de abordagem.

É importante salientar que, devido a limitações da ferramenta MACTool utilizada por Avzaradel Szklo et al (2015) para a construção dos cenários de baixo carbono, as medidas de mitigação estudadas (e, consequentemente, a base de dados coletada) estão focadas no consumo de energia, e não contemplam outras emissões do processo industrial que são importantes no desenvolvimento de benchmarks. No entanto, para alguns setores industriais, as emissões do processo industrial (não associadas ao consumo de energia), representam uma parcela importante da geração de GEE, e precisam ser consideradas na construção de benchmarks. O texto abaixo destaca os setores para os quais as emissões de processo são relevantes para que esse aspecto possa ser melhor explorado no futuro.

Assim, a próxima seção está focada nos seguintes setores industriais: alimentos e bebidas, cimento, papel e celulose, química e siderurgia. Os setores de transporte e resíduos, também abordados nos estudos da da Avzaradel Szklo et al (2015), não constam neste relatório por serem muito complexos e necessitarem de uma abordagem futura mais detalhada.

7.3.1.1 Alimentos e bebidas

Os dados trabalhados para o subsetor industrial de alimentos e bebidas do estado de São Paulo incluem, em linhas gerais, a evolução do consumo energético utilizado nesse setor e as emissões associadas a esse uso. Analisou-se a série histórica de 1980 a 2011 de consumo de combustíveis. Não foram encontradas informações sobre este setor nos sistemas da Europa e Califórnia. Os processos envolvidos neste setor são responsáveis por emissões de compostos orgânicos voláteis “não metânicos”, conhecidos pela sigla em inglês NMVOC (non methanic volatile organic compounds), estes sim associados de maneira diferenciada aos produtos produzidos por esta indústria.

Numa fase inicial, um benchmark de combustível poderia ser desenvolvido para este setor, considerando apenas as emissões associadas a sua queima. Em um futuro, havendo interesse em inserir NMVOC no mercado, estes terão de ser analisados tomando por base o benchmark de produto. Uma lista de produtos do setor de alimentos e bebidas, produção industrial e consumo de energia são informações importantes para a criação de benchmarks de produto, as quais já estão disponíveis.

A série histórica existente no trabalho da da Avzaradel Szklo et al (2015) é suficiente para se analisar o perfil de emissões do setor, entretanto, para se estabelecer o rigor do benchmark, seria necessário obter as informações individualizadas das emissões de GEE do máximo de plantas possíveis do setor.

7.3.1.2 Cimento

A indústria de cimento instalada em São Paulo vem crescendo em ritmo acelerado, alavancada pela construção civil. Nos estudos realizados por Avzaradel Szklo et al (2015), foram levantados dados do crescimento da produção de cimento e clínquer no estado no intervalo de 1995 a 2011. A configuração do subsetor no que diz respeito às suas principais fontes de emissão de GEE é representada pelo processo químico para fabricação de clínquer e pelo consumo de combustíveis fósseis no forno de clínquer.

O estudo conseguiu ainda obter informações e analisar a participação de cada tipo de cimento, além dos materiais adicionados ao produto. Neste caso, seria possível não só desenvolver o benchmark de produto, como até mesmo tentar desenvolver uma equação de ajuste da taxa média de aditivos ao cimento, como a desenvolvida pela Califórnia. O próprio estudo da da Avzaradel Szklo et al (2015), fez este ajuste, estimando a utilização da quantidade máxima de clínquer de acordo com as normas técnicas brasileiras.

Existem as informações para se analisar o perfil de emissões do setor, entretanto, assim como para alimentos e bebidas, para se estabelecer rigorosamente o benchmark, seria necessário obter as informações individualizadas das emissões de GEE das plantas do setor.

7.3.1.3 Papel e celulose

A análise do subsetor de papel e celulose no Estado de São Paulo foi feita com base apenas no consumo energético do setor. Para essa análise, utilizou-se a série histórica de 1980 a 2011 e consideraram-se os seguintes combustíveis: gás natural, lenha, bagaço de cana-de-açúcar, óleo diesel, óleo combustível e lixívia. Entretanto, os processos de preparação da pasta celulósica são muitos e variam desde os puramente mecânicos até os químicos, nos quais a madeira é tratada com produtos químicos, pressão e calor (temperaturas maiores que 150oC) para dissolver a lignina. Assim, além da queima de combustíveis fósseis, alguns desses processos geram emissões de GEE, como os processos químicos Kraft, sulfato e sulfito, que emitem NOx, NMVOC, e CO (MCTI, 2006).

Na Europa, este setor está submetido ao benchmark de produto, sendo eles: placa de papelão revestido; papel fino revestido; celulose branqueada de fibra longa; jornal; pasta de papel recuperado; celulose branqueada fibra curta; celulose sulfito, celulose termo-mecânica e mecânica; testliner e miolo; placa da caixa não

revestido; papéis finos não revestidos. A produção é expressa por tonelada seca de produção comercializável líquida, medida ao fim do processo. A definição das emissões e processos para cada classe de produto é bastante semelhante, havendo apenas pequenas variações de processo no caso de alguns produtos.

O Estado de São Paulo pode optar por considerar apenas o consumo de combustível, adotando o benchmark de combustível, numa primeira fase, e aprimorar para o benchmark de produto no futuro. No entanto, para a definição do benchmark de combustível também é necessário conhecer as emissões de GEE de cada planta, já que o benchmark é estabelecido em toneladas de CO_2e por unidade de combustível consumida (t CO_2e/ TJ).

7.3.1.4 Química

Igualmente para este setor, além do consumo de combustíveis fósseis, o subsetor possui processos com relevante geração de GEE, não associados apenas ao consumo de energia, e que ocorrem no território do Estado, como produção de amônia, de ácido nítrico, de ácido adípico, de ácido fosfórico, de dicloratano e cloreto de vinila, de eteno, de negro de fumo e de óxido de eteno (Alves et. al., 2011).

Apesar de ser possível aplicar o benchmark de combustível para considerar apenas as emissões da sua queima no subsetor como um todo, assim como já sugerido para outros setores, no caso do subsetor químico é importante considerar seus processos, visto que corresponde a quase 39% das emissões totais de processos industriais do Estado. Assim, seria importante aplicar o benchmark de produto. Todos os produtos acima estão contemplados no sistema europeu, o que pode servir de base para subsidiar o desenvolvimento do benchmark para São Paulo. Seria necessário obter as informações individualizadas das emissões de GEE das plantas do setor, que cubram cada um dos processos acima.

7.3.1.5 Ferro-gusa e aço

A produção de ferro-gusa e aço foi analisada por Avzaradel Szklo et al (2015), considerando apenas o consumo de energéticos. Neste sentido, da mesma forma como analisado para os outros setores, é possível aplicar o benchmark de combustível para considerar apenas as emissões associadas à queima de combustíveis, mas considerar os processos é crucial, visto que o setor metalúrgico corresponde a pouco mais de 44% do total das emissões de processos industriais do estado. Para este setor, devido à relativa similaridade entre o processo produtivo de diferentes fabricantes, o benchmark de produto seria o mais recomendável. No entanto, para o desenvolvimento deste, um grande número de detalhes sobre o processo produtivo precisam ser coletados, como já mencionado acima.

7.4 Conclusões sobre a construção de benchmarks

No design do processo de alocação de permissões, *benchmarks* são parâmetros essenciais para incentivar as empresas a buscar elevados níveis de eficiência considerando-se o estado da arte tecnológico aplicável. No entanto, a definição de *benchmarks* não é uma tarefa fácil, e esse estudo buscou ilustrar o processo desenvolvido na União Europeia e Califórnia para a definição de seus valores de *benchmark*. De maneira geral, algumas lições que podem ser extraídas da experiência desses dois mercados são:

- A definição de benchmarks de produto é uma abordagem simples e que incorpora o maior número de opções de abatimento possível. Abordagens diferenciadas por tecnologia, mistura de combustíveis, tamanho e idade da instalação, circunstâncias climáticas ou qualidade da matéria-prima dificultam o estabelecimento um tipo de benchmark para diversas indústrias com processos produtivos diferentes. Ao definir um valor de benchmark em toneladas de GEE por quantidade de produto, o regulador proporciona liberdade ao emissor para eleger a opção de mitigação mais conveniente.

- É necessário um grande volume de informações técnicas sobre o processo produtivo, bem como informações produtivas detalhadas. Em muitos casos essas informações são confidenciais, por isso é importante garantir que o regulador possui um sistema seguro para armazenar esses dados.

- A participação dos setores industriais e outras partes interessadas na definição dos benchmarks são essenciais. Além de contribuírem com informações técnicas e expertise, a apuração dos valores de benchmark por representantes desses setores é importante para garantir a viabilidade e legitimidade dos mesmos.

Analisando os estudo produzido por Avzaradel Szklo et al (2015), foi possível verificar que para todos os subsetores industriais cobertos pelos estudos, o Estado de São Paulo possui uma série de informações que poderiam subsidiar a construção de um benchmark baseado no uso de combustível. Ainda existem lacunas importantes na maioria dos setores, tais como: dados de produção anuais, lista de conexões técnicas e emissões atribuídas a cada processo, etc. No entanto, a combinação das informações obtidas através do Registro Público de Emissões (inventários de GEE de empreendimentos), que é um piloto de coleta de dados, com os dados do balanço energético do Estado, possibilitaria a obtenção de informações para se traçar o perfil preliminar de intensidade de emissões por quantidade de combustível consumido de cada instalação e listar as plantas mais eficientes. Para facilitar essa análise, o ideal seria que essas informações fossem coletadas no mesmo formulário, através da inclusão das informações sobre consumo energético no inventário.

Entretanto, os mercados analisados consideram o benchmark de combustível como uma abordagem de apoio. A melhor prática seria adotar o benchmark de produto como primeira opção e optar pelos demais tipos apenas quando o primeiro não for viável. O presente estudo identificou que é possível pensar na abordagem de benchmark de produto para alguns setores de São Paulo, como a indústria de cimento, por exemplo. Entretanto, para desenvolver esta abordagem, será preciso obter dados detalhados de produção das indústrias, o que pode representar um desafio para o governo.

A abordagem de produto é importante porque, utilizando o produto como unidade de delimitação das fronteiras dos processos, é possível delinear melhor as complexas interações que estes podem ter dentro de uma mesma planta ou mesmo com outras plantas ou entidades. Desta forma, fica mais fácil, por priorização, e eliminação, identificar a abordagem de benchmark mais adequada a cada processo.

Nesse contexto, o Estado deve, na medida do possível, aumentar a quantidade de informações solicitadas nos inventários de GEE de empreendimentos, que se tornaram obrigatórios a partir de 2013. Uma sugestão inicial das informações a serem solicitadas encontra-se na Tabela 8 desse estudo. A sofisticação do inventário de GEE, combinada com a construção de uma base de dados de inventários a partir de 2013 possibilitará a criação de benchmarks de produto no futuro.

Assim como São Paulo, outros Estados e o governo federal possuem iniciativas de coleta de informações sobre emissões de GEE. Através do Núcleo de Articulação Federativa, representantes de vários Estados se reúnem em grupos de trabalhos para discutir seus sistemas de inventários públicos estaduais e MRV. Essa iniciativa cria um importante canal de comunicação entre o governo federal e os governos estaduais, e pode ser desmembrada em outras atividades,

Esse relatório apresentou a sugestão de utilizar a iniciativa dos grupos de trabalho como plataforma para aprofundar os trabalhos no futuro e discutir outros temas, tais como: a criação de registros de GEE de empreendimentos em outros estados e o desenvolvimento de benchmarks para a indústria brasileira.

Esses são temas complexos e que exigem amplo engajamento dos governos federal e estadual, bem como do setor industrial. Os canais de comunicação abertos pelo governo federal, contudo, podem oferecer uma oportunidade para esse diálogo.

8. O risco de carbon leakage

O termo carbon leakage é normalmente utilizado para descrever a transferência de atividades produtivas para outros países ou regiões com menores restrições quanto às emissões de GEE, o que poderia levar a um aumento das emissões totais dessas regiões.

Questões relacionadas à competitividade e aos riscos de carbon leakage tem sido uma das principais preocupações na implementação e discussões de políticas climáticas. Estas preocupações são particularmente importantes em um momento em que surgem diversos mercados de carbono, já que as diferentes abordagens das políticas climáticas podem ter impactos sobre a competitividade relativa dos setores produtivos nos países com políticas mais rigorosas, além do debate sobre sua eficácia ambiental frente ao risco de carbon leakage.

A competitividade é um conceito comparativo e a sua medida é um grande desafio (Krugman, 1994). É importante distinguir o conceito de competitividade em um nível macroeconômico, setorial, e microeconômico. Em cada um desses níveis, a competitividade pode ter diferentes implicações e significados. Dadas as dificuldades para se definir e mensurar a competitividade, diversos indicadores são normalmente considerados. Enquanto alguns focam em alterações na posição competitiva das firmas frente a seus competidores (termos de troca), outros focam nas consequências dessas mudanças na economia (PIB, nível de atividade de determinados setores, empregos, etc.).

Questões relacionadas à perda de competitividade macroeconômica de países que estão adotando políticas climáticas podem se mostrar evidentes através de reduções na atividade econômica, mudanças no fluxo de importações e exportações, mudança nos níveis de preços, etc. Os indicadores macroeconômicos chaves para a análise destas questões incluem, por exemplo: a renda das famílias, bem estar, crescimento do PIB, termos de troca, e investimentos em capital produtivo. Ao lado do PIB, os termos de troca são importantes indicadores da competitividade macroeconômica porque eles capturam os efeitos de uma política climática em determinada região, particularmente dos setores produtores de energia e setores energo-intensivos (Lanzi et al, 2013, OECD, 2012).

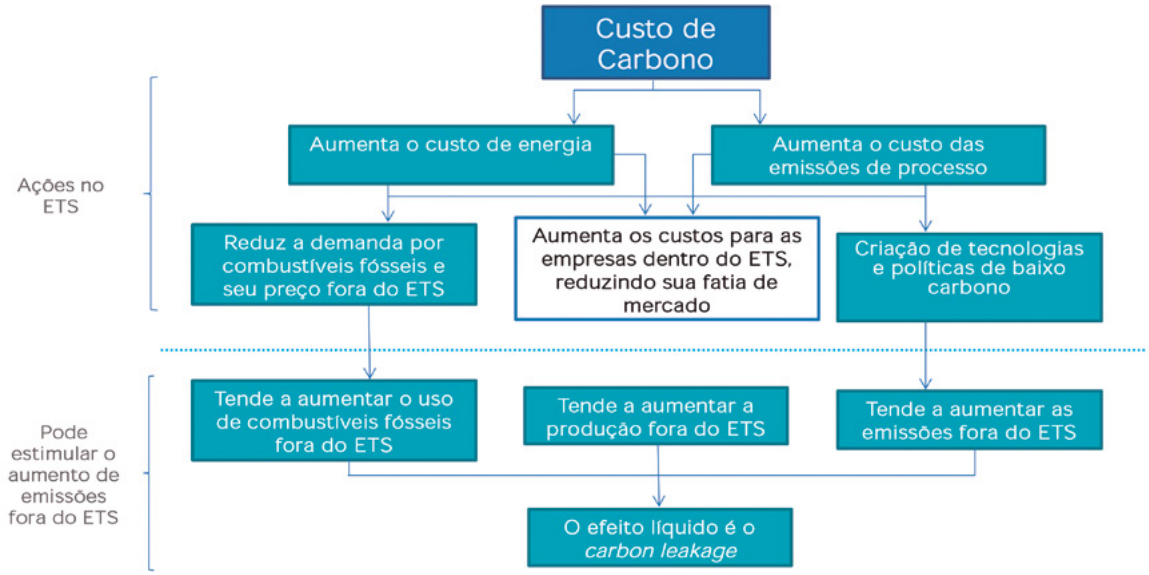
Em um nível setorial, mudanças no nível de atividade dos setores e alterações nos fluxos de importação e exportação são indicadores importantes. No curto prazo, a fatia de mercado ocupada pelos setores que devem mitigar suas emissões tende a se reduzir em relação a seus competidores que se encontram em regiões que não adotaram políticas climáticas (Reinaud, 2008).

Entretanto, políticas de mitigação podem gerar vantagens competitivas para aqueles que tomarem a iniciativa de investir em novas tecnologias, colocando-os em uma posição de destaque em relação à seus concorrentes, e estimulando o desenvolvimento de tecnologias limpas e eficientes. Além disso, políticas de mitigação podem oferecer vantagens relativas às firmas eficientes e aos setores menos intensivos em carbono, já que estes seriam menos penalizados por uma eventual precificação do carbono (OECD, 2009). Setores intensivos em emissões e expostos ao comércio internacional (e interestadual no caso de São Paulo) provavelmente se tornarão menos competitivos, já que sua alta intensidade de emissões leva a um custo mais elevado de produção, aumentando sua exposição ao comércio inter-regional, e dificultando ainda mais a transferência desses custos extras ao produto final.

Empresas individuais irão avaliar em primeiro lugar seu lucro como indicador chave para questões de competitividade decorrente da política climática. Porém, existem diversos outros fatores que contribuem para a competitividade de uma empresa, tais como: os custos dos produtos primários, energia, matérias primas, disponibilidade de mão de obra, proximidade dos mercados, habilidade de criar produtos inovadores, a qualidade dos produtos e serviços, além da taxa de juros e de câmbio praticadas no mercado (Reinaud, 2008). Nesse contexto, fica difícil isolar o impacto das políticas climáticas no lucro e competitividade das empresas.

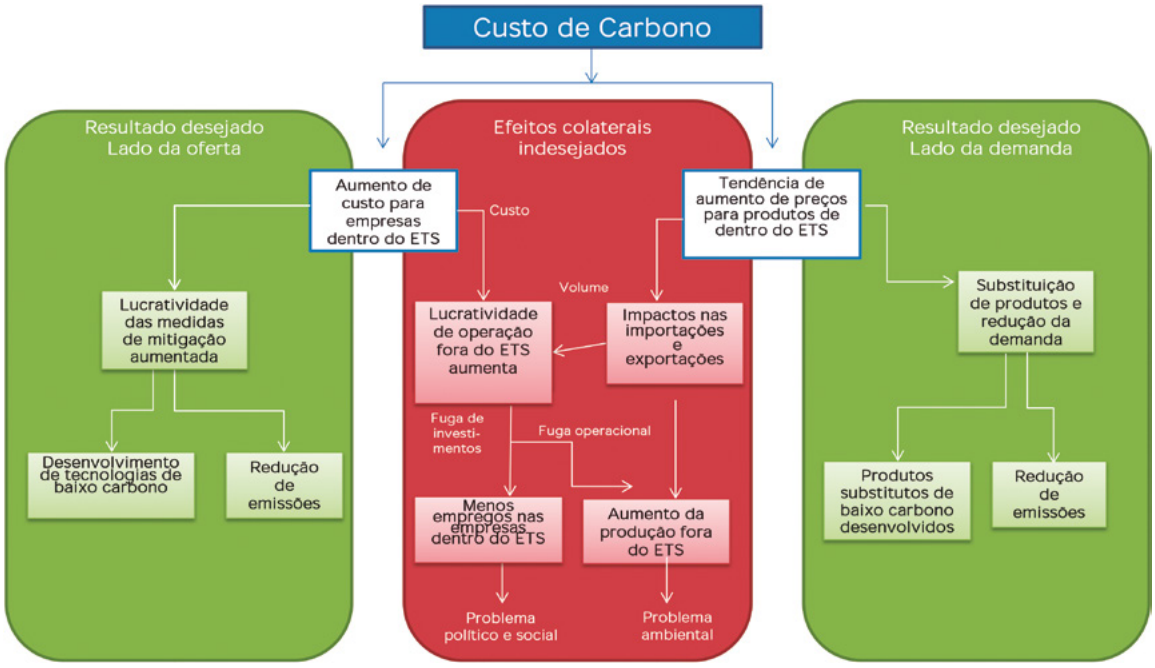
Além do efeito sobre empresas individuais, a precificação do carbono, seja através de uma taxa de carbono ou de um mercado de carbono, gera efeitos desejados e indesejados na economia, tais como: alteração nos preços de combustíveis fósseis, no mercado de trabalho, na dinâmica de investimentos e no desenvolvimento de novas tecnologias (Carbon Trust, 2010). Alguns desses efeitos são observados fora da área de abrangência da política climática. A Figura 24 abaixo, ilustra como a imposição de um custo de carbono pode levar a um aumento das emissões fora da região regulada, através do aumento do preço da energia e aumento dos custos de produção de empresas carbono-intensivas. Já a Figura 25, a seguir, apresenta os impactos de carbon leakage sob o ponto de vista social e político, com ênfase na potencial perda de empregos dentro da região de aplicação da política climática. Os princípios vistos nestas figuras podem ser aplicados a qualquer mercado regional de carbono.

Figura 24 - Possibilidades de carbon leakage devido à imposição de um preço de carbono



Fonte: Adaptado de Carbon Trust, 2010

Figura 25 - Potenciais de impactos na economia devido à imposição de um preço de carbono



Fonte: Adaptado de Carbon Trust, 2010

A Figura 25 ilustra os impactos desejados e indesejados da imposição de um custo de carbono. Se por um lado, o aumento dos custos de produção estimula empresas a serem mais eficientes e desenvolver tecnologias de baixa emissão, por outro lado, a lucratividade dos investimentos em unidades produtivas fora da região regulada pode aumentar. Como consequência, a empresa passa a produzir mais fora da região do mercado, o que levaria a uma diminuição do número de empregos na região controlada.

Além disso, para absorver o custo adicional de carbono, algumas empresas podem tentar repassar parte desse custo adicional aos seus consumidores, através do aumento de seus preços. O aumento de preços de produtos carbono-intensivos tem alguns efeitos secundários facilmente identificáveis: reduz a demanda pelo produto carbono-intensivo e incentiva sua substituição por produtos menos carbono-intensivos. No entanto, essa substituição pode ser feita por outro produto que também é carbono-intensivo, porém produzido fora da região regulada. Nesse caso, o aumento de preços poderia elevar as emissões em outro local.

Segundo Lanzi (2013), quanto mais homogêneo for o mercado de certa commodity, maior o risco de carbon leakage, já que a substituição do produto doméstico se daria facilmente pelo produto fabricado fora da região onde existe a política climática. Por isso, os impactos das políticas climáticas nestes setores devem ser estudados cuidadosamente.

Para lidar com esse desafio, a União Europeia (UE) e Califórnia desenvolveram medidas específicas para mesurar e evitar o carbon leakage em seus respectivos mercados, que serão discutidas adiante. O risco de carbon leakage não é uma preocupação para os reguladores do mercado RGGI, já que esse mercado é restrito aos produtores de energia que não podem deslocar suas atividades produtivas facilmente. Em seguida o documento discute uma possível abordagem para a questão de carbon leakage interestadual no Estado de São Paulo.

8.1 Carbon leakage no EU ETS

Durante as fases 1 e 2 do EU ETS, não houve uma metodologia definida para quantificação do risco de carbon leakage e uma medida específica para combater a possível transferência de empresas europeias para outros países. De maneira geral, a ampla utilização da alocação de permissões gratuitas (95% e 90% do total de permissões foi distribuído gratuitamente nas fases 1 e 2, respectivamente) foi o método encontrado pela CE para reduzir os custos de carbono para as empresas envolvidas.

Um estudo preliminar (Bolscher et al, 2013) do risco de carbon leakage comissionado pela UE não encontrou evidências da ocorrência de carbon leakage em setores industriais energo-intensivos (siderurgia, químicos orgânicos e inorgânicos, vidro, cimento, produção de cal e argila, metais não ferrosos, papel e celulose, refinados

de petróleo, produção de motores e a indústria de iluminação) durante as fases 1 e 2 do EU ETS. O estudo observou, em alguns setores, aumentos na importação e diminuição nas exportações, porém, essas variações foram atribuídas a desenvolvimentos da demanda global e diferença nos preços de inputs e matérias-primas (principalmente energia).

Em relação ao custo de carbono no mercado europeu como um fator que poderia levar a realocação de empresas, o estudo conclui que:

- A definição de benchmarks de produto é uma abordagem simples e que incorpora o maior número de opções de abatimento possível. Abordagens diferenciadas por tecnologia, mistura de combustíveis, tamanho e idade da instalação, circunstâncias climáticas ou qualidade da matéria-prima dificultam o estabelecimento um tipo de benchmark para diversas indústrias com processos produtivos diferentes. Ao definir um valor de benchmark em toneladas de GEE por quantidade de produto, o regulador proporciona liberdade ao emissor para eleger a opção de mitigação mais conveniente.

- É necessário um grande volume de informações técnicas sobre o processo produtivo, bem como informações produtivas detalhadas. Em muitos casos essas informações são confidenciais, por isso é importante garantir que o regulador possui um sistema seguro para armazenar esses dados.

- A participação dos setores industriais e outras partes interessadas na definição dos benchmarks são essenciais. Além de contribuírem com informações técnicas e expertise, a apuração dos valores de benchmark por representantes desses setores é importante para garantir a viabilidade e legitimidade dos mesmos.

Apesar da falta de evidência da ocorrência de carbon leakage nas fases iniciais do mercado, a manutenção da competitividade da indústria europeia sempre foi um aspecto importante para a CE, que desenvolveu uma metodologia para avaliação dos setores industriais mais expostos ao risco de carbon leakage, apresentada abaixo.

8.1.1 A lista de carbon leakage do mercado europeu

No mercado europeu, os setores e subsetores considerados expostos ao risco de carbon leakage são definidos através de uma lista oficial que é válida por cinco anos. Esta lista é estabelecida pela CE depois da concordância dos estados-membros e do Parlamento Europeu, seguida por uma consulta extensa junto às partes interessadas.

A primeira lista de carbon leakage foi adotada pela CE no final de 2009, e é aplicável para a alocação gratuita de permissões em 2013 e 2014. A lista foi aperfeiçoada em 2011 e 2012. O aperfeiçoamento da lista é permitido pela Comissão após o término de detalhadas avaliações qualitativas e quantitativas de determinados setores e subsetores, de acordo com o artigo 10a da diretiva europeia.

Na lista atual, a CE definiu um fator de exposição ao risco de carbon leakage (Carbon Leakage exposure factor, CLEF) para todos os setores industriais cobertos pelo mercado. Os critérios para a determinação do CLEF serão detalhados no próximo tópico.

A CE tem como obrigação preparar uma nova lista a cada cinco anos. A nova lista deve ser determinada no final de 2014, e será aplicada entre 2015 e 2019.

8.1.2 Definição de risco significativo de carbon leakage

De acordo com a diretiva do EU ETS (artigo 10a), um setor ou subsetor é considerado exposto a um risco significativo de carbon leakage se:

- A soma dos custos diretos e indiretos adicionais, induzidos pela implantação da diretiva de mercado leva a um aumento nos custos de produção, calculados como uma proporção do valor adicionado bruto, de ao menos 5%; e
- A intensidade de comércio exterior do setor (importações e exportações) com países de fora da UE é maior que10%.

Um setor ou subsetor é também considerado como exposto a um risco significativo de carbon leakage se:

- A soma dos custos adicionais diretos e indiretos for de ao menos 30%; ou
- A intensidade de comércio do setor (importações e exportações) com países de fora da UE é maior que 30%.

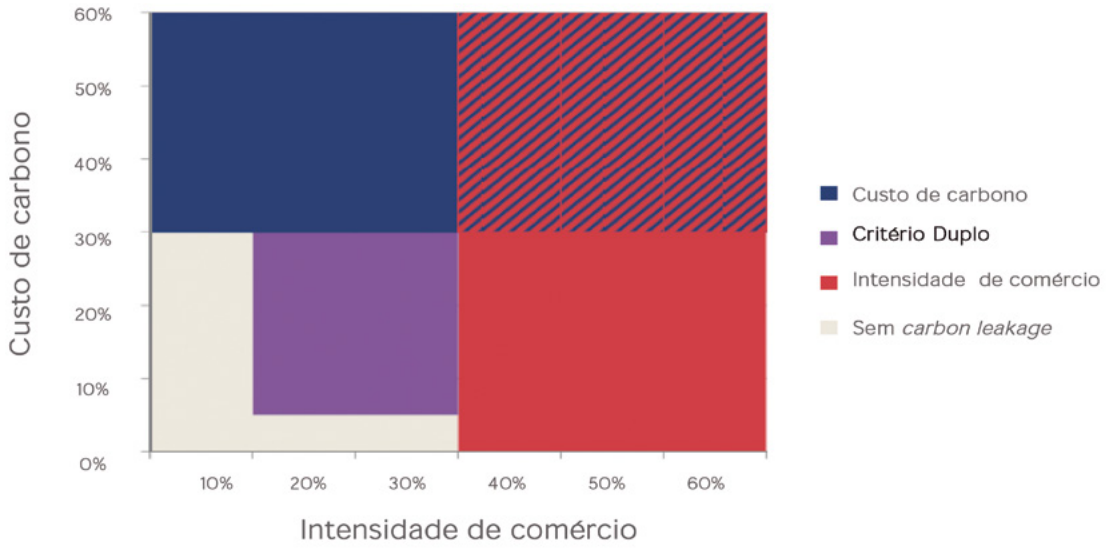
A definição da lista final de carbon leakage é feita através da combinação de uma análise quantitativa e qualitativa. Para a avaliação quantitativa, a CE considera os seguintes aspectos, conforme ilustrado nas equações abaixo:

Intensidade de comércio (trade intensity) = (importações + exportações) / (produção doméstica + importações)

Custo de carbono (carbon cost) = (custos diretos + custos indiretos) / (valor adicionado bruto)

As estimativas de custos indicados acima levam em consideração o fato de que setores que não são considerados expostos ao risco de carbon leakage também são elegíveis à alocação gratuita de permissões, entretanto em uma quantidade menor. A Figura 26, a seguir, apresenta os indicadores utilizados pela UE para a avaliação quantitativa do risco de carbon leakage.

Figura 26 – Indicadores para a avaliação quantitativa de carbon leakage



Fonte: Adaptado de Ecofys e Oeko-Institut, 2013

Na figura anterior é possível observar, graficamente, os percentuais utilizados pela CE para a definição do risco de carbon leakage. O eixo X apresenta o indicador de intensidade de comércio, enquanto o eixo Y representa o indicador de custo de carbono. Na área azul-escuro estão situados apenas os setores expostos ao risco de carbon leakage segundo o indicador de custo de carbono (soma dos custos adicionais diretos e indiretos maior que 30%). Na área em vermelho estão situados apenas os setores expostos ao risco de carbon leakage segundo o indicador de intensidade de comércio (intensidade de comércio com países de fora da UE é maior que 30%). Na área listrada de azul e vermelho estão os setores expostos ao risco de carbon leakage segundo os dois indicadores simultaneamente. Já na área em roxo, estão os setores expostos a um risco significativo de carbon leakage segundo a composição dos dois indicadores (soma dos custos diretos e indiretos adicionais de, pelo menos 5%, e intensidade de comércio maior que 10%). A área cinza representa os setores não considerados expostos ao risco de carbon leakage.

Para a avaliação qualitativa, as fontes de informação necessárias incluem:

- A disponibilidade dos dados para a atualização da lista de setores expostos ao risco de carbon leakage;
- A confiabilidade dos dados, dados verificados ou oficiais tem preferência, e
- A consistência dos dados, e para isso é utilizado o mínimo de referências possíveis de modo a preencher todas as lacunas.

Com o objetivo de preparar a lista de carbon leakage para o período 2015-2019, a CE vem organizando reuniões ao longo do ano de 2013 para consultar as partes interessadas, incluindo estados-membros, indústria, ONGs e academia. A CE irá determinar a próxima lista até o final de 2014. Os principais passos seguidos para a determinação da atual lista[59] de carbon leakage podem ser encontrados na tabela a seguir:

Tabela 10 - Passos seguidos na elaboração da lista de carbon leakage do EU ETS, adotada no final de 2009

Passo	Descrição	Data
1	Coleta de dados e análise	Janeiro a maio de 2009
2	Consultas bilaterais com as partes interessadas: Estados Membros, indústria e ONGs	Janeiro a maio de 2009
3	Reunião de consulta com as partes interessadas (apenas convidados)	30 de março de 2009
4	Reunião de consulta com as partes interessadas (apenas convidados)	29 de abril de 2009
5	Resultados preliminares das análises qualitativas e quantitativas	Abril a junho de 2009
6	Lista preliminar de setores e subsetores expostos ao risco de carbon leakage	Junho de 2009

Passo	Descrição	Data
7	Consulta com as partes interessadas (apenas convidados)	1o de julho de 2009
8	Decisão preliminar aos Estados Membros (Comitê de Mudanças Climáticas)	Setembro de 2009
9	Três meses de exame minucioso pelo Parlamento Europeu	Setembro a dezembro de 2009
10	Adoção pela Comissão	24 de dezembro de 2009

Fonte: European Cc nmisison, 2013f

Na lista atual, a alocação gratuita dos setores considerados expostos ao risco de carbon leakage é multiplicada por 1 (100%), enquanto para os outros setores o CLEF é reduzido anualmente conforme tabela abaixo:

Tabela 11 – Carbon leakage exposure factor (CLEF) dos setores não considerados expostos ao risco de carbon leakage

Ano	CLEF
2013	0.800
2014	0.7286
2015	0.6571
2016	0.5857
2017	0.5143
2018	0.4429
2019	0.3714
2020	0.300

Fonte: EC, 2011c

59. A lista completa dos setores considerados em risco pode ser encontrada em: http://eur- lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2010:001:0010:0018:EN:PDF

Assim, o processo de elaboração da lista de setores expostos ao carbon leakage no EU ETS envolve avaliações quantitativas e qualitativas, com ampla participação do setor industrial e outras partes interessadas. É importante notar que, devido ao dinamismo dos vários elementos que influenciam a competitividade de empresas, a lista de setores expostos será constantemente revista e atualizada, o que permitirá também um refinamento das métricas e melhor identificação dos fatores que realmente influenciam as decisões de realocação das empresas.

8.2 Carbon leakage na Califórnia

Similarmente aos outros mercados, a Califórnia também se preocupou em definir métricas de mensuração e medidas para evitar a ocorrência de carbon leakage, que nesse caso pode levar a transferências de atividades produtivas para outro país ou para outro estado dentro dos Estados Unidos que ainda não possui uma limitação para as emissões de GEE.

Para identificar os setores mais expostos ao risco de carbon leakage, a Califórnia revisou as fórmulas utilizadas no EU ETS, na proposta de legislação climática nacional dos Estados Unidos (American Clean Energy and Security Act, ACES, H.R. 2454, conhecida como Waxman-Markey Climate and Energy Bill) e na proposta australiana de criação de um mercado de carbono (Australia's Carbon Pollution Reduction Scheme - CPRS). Os três programas utilizam um método semelhante para identificação dos setores expostos ao risco de carbon leakage, que inclui:

- Definição dos setores ou grupo de atividades para o qual o risco de leakage será analisado;
- Estabelecimento de métricas para quantificar a intensidade de emissões e exposição ao comércio externo;
- Definição de um limite para identificar os setores com maior intensidade de emissões e mais expostos ao comércio externo;
- Determinar se certo setor está ou não exposto ao risco de carbon leakage utilizando uma combinação das métricas descritas nos itens 2 e 3.

A seção abaixo descreve o passo a passo seguido pela Califórnia para a definição dos setores expostos ao risco de carbon leakage.

Passo 1: *Definição dos setores que serão analisados*

Para a definição dos setores, o ARB selecionou o sistema de classificação industrial NAICS (North American Industrial Classification System) com 6 dígitos para agrupar as diferentes atividades industriais. A classificação NAICS foi selecionada por permitir um nível de agregação de atividade industrial razoável e ser amplamente utilizado em publicações sobre o setor industrial, o que facilita a busca pelas informações necessárias para quantificar a intensidade de emissões e a exposição ao comércio externo.

Passo 2: *Avaliar a intensidade de emissões*

Para a avaliação da intensidade de emissões, o ARB utilizou a fórmula desenvolvida na proposta australiana, que considera emissões diretas e indiretas, divididas pelo valor adicionado gerado pelo setor. Na ausência do valor adicionado o regulador utiliza o valor dos carregamentos. A fórmula de intensidade de emissões é ilustrada abaixo:

$$\textbf{Intensidade de emissões} = \frac{\textbf{emissões diretas } tCO_2 \textbf{ + emissões indiretas } tCO_2}{\textbf{valor adicionado}}$$

Passo 3: *Avaliar a exposição ao comércio externo*

Para avaliação da exposição de cada setor ao comércio externo, o ARB selecionou uma fórmula que considera exportações e importações nacionais e interestaduais, conforme ilustrado abaixo:

$$\textbf{Exposição comercial} = \frac{\textbf{Importações + Exportações}}{\textbf{Carregamentos + Importações}}$$

No entanto, não havia dados disponíveis para importação interestadual. Por isso, o ARB utilizou dados de importação nacional e regional para estimar os padrões de importação da Califórnia. O regulador reconhece, no entanto, que a extrapolação de dados nacionais e regionais não fornece informações precisas e solicitou ao seu staff que desenvolvesse métricas alternativas para avaliar a exposição ao comercio externo.

Passo 4: *Limite para identificar os setores com maior intensidade de emissões*

Para selecionar os setores com maior intensidade de emissões, o ARB utilizou a intensidade de emissões como uma proxy para representar os custos que a empresa enfrentaria no mercado de carbono, ou seja, quanto maior a intensidade de emissões (expressa em CO_2e/ $ milhão de valor adicionado), maior o custo que

o setor enfrentaria para mitigar e compensar suas emissões.

Para tanto, o ARB analisou a intensidade de emissões dos setores selecionados e procurou identificar limites naturais para separar os setores. Assim, o regulador procurou agregar setores com intensidade de emissões semelhantes.

O ARB identificou quatro categorias diferentes de intensidade de emissão. Setores com intensidade de emissão maior que 5.000 CO2e/$ milhão de valor adicionado foram enquadrados na categoria de alta intensidade de emissões. Setores com intensidade entre 4.999 e 1.000 foram categorizados como média intensidade e setores entre 999 e 100 foram considerados de baixa intensidade de emissões. Setores com valores abaixo de 100 não foram considerados como setores intensivos em emissão de GEE. A Tabela 12 ilustra os resultados.

Tabela 12 – Classificação da intensidade de emissões na Califórnia

Classificação da intensidade de emissões	Setores	NAICS	Intensidade de Emissões (CO_2e/$M Valor Adicionado)
Alta	Produção de cal	327410	29,398
	Produção de cimento	327310	13,744
Media	Siderurgia	331111	4,148
	Produção de vidro	327211	3,444
	Extração de petróleo e gás	211111	3,352
	Produção de carbonato de sódio	212391	3,248
	Produção de papelão	322130	3,111
	Produtos derivados do petróleo	324	2,720
	Químicos inorgânicos	325188	2,636
	Produtos madeireiros reconstituídos	321219	1,762
	Produção de papel	322121	1,663
	Produção de vasilhames de vidro	327213	1,708
	Produção de gipsita	327420	1,487
	Produção de algodão	327993	1,102

Classificação da intensidade de emissões	Setores	NAICS	Intensidade de Emissões (CO_2e/$M Valor Adicionado)
Baixa	Processamento de alumínio e aço	331X	645
	Produção de espuma de polietileno	326140	814
	Alimentos	311	608
	Serraria	321113	600
	Bebidas	312120	324
	Produção de turbinas	333611	307
	Pesticida e outros químicos da agricultura	325320	232
Muito baixa	Confecção de roupas	3152	93
	Produção de remédios	325412	64
	Produção de aeronaves	336411	37

Fonte: Adaptado de ARB 2010c

Passo 5: *Limite para identificar os setores mais expostos ao comércio externo*

Para delimitar os setores mais fortemente expostos à competição comercial internacional e interestadual, o ARB analisou os resultados da fórmula de exposição comercial apresentada no item 3 acima e definiu três categorias de exposição: setores com exposição comercial acima de 19% foram considerados altamente expostos a competição; setores com exposição comercial entre 19% e 10% foram considerados mediamente expostos e setores com exposição comercial abaixo de 10% foram considerados setores com baixa exposição comercial. Novamente o ARB buscou "linhas de corte" naturais para alocar os setores em cada categoria, porém o regulador continua a analisar essas classificações com o objetivo de aperfeiçoar a metodologia.

Passo 6: *Classificação setorial do risco de carbon leakage*

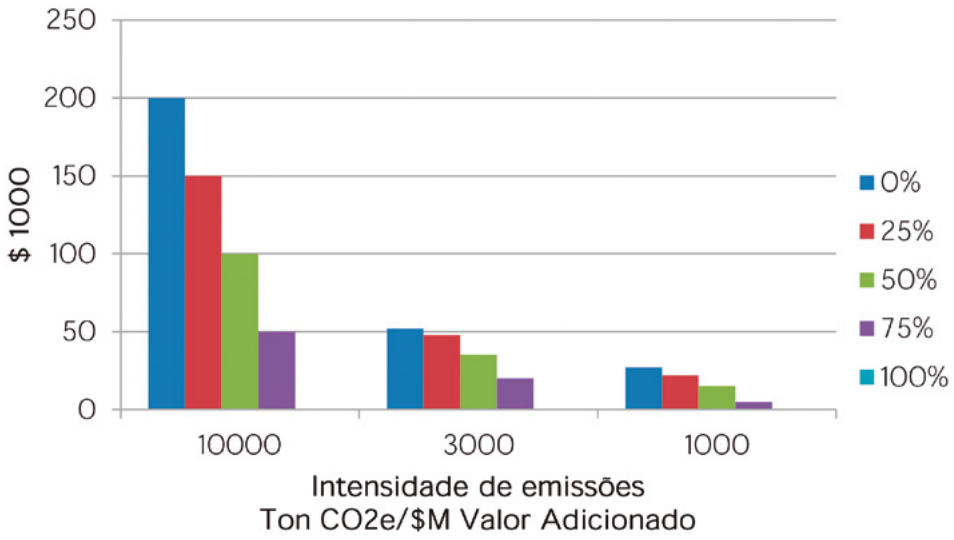
Como apresentado acima, o ARB avaliou a intensidade de emissões e exposição comercial de cada setor e classificou os setores em quatro categorias de intensidade de emissão (alta, média, baixa e muito baixa) e três categorias de exposição comercial (alta, média e baixa).

No entanto, uma avaliação da correlação desses dados mostrou que a intensidade de emissões e a exposição comercial não estão diretamente correlacionadas. Alta intensidade de emissões não implica em alta exposição comercial. De maneira semelhante, setores com altas taxas de exposição comercial não necessariamente apresentam baixa intensidade de emissões. Por isso, o ARB decidiu que a

intensidade de emissões e a exposição comercial deveriam ter pesos diferenciados na avaliação do risco de carbon leakage.

Para melhor compreender as implicações de considerar um setor exposto do risco de carbon leakage, o ARB realizou uma análise de sensibilidade da capacidade de cada setor de repassar o custo de carbono aos seus consumidores. A capacidade de repassar o custo foi estimada[60] utilizando-se como proxy a taxa de exposição comercial. Os resultados são mostrados na Figura 27, que ilustra o nível de assistência necessária para diferentes níveis de intensidade de emissão.

Figura 27 – Cálculo do nível de assistência necessário para setores expostos ao risco de carbon leakage



Fonte: Adaptado de ARB, 2010c

A figura demonstra que quanto maior a intensidade de emissões de um setor, menor sua capacidade de repassar custos aos consumidores e, portanto, maior o nível de assistência necessária. Essa análise ratificou a decisão do ARB de alocar um peso maior à intensidade de emissões na classificação do risco de carbon leakage.

Como resultado, a intensidade de emissões foi o fator mais importante na definição do risco de carbon leakage. Setores com alta intensidade de emissões e alta taxa de exposição comercial foram considerados altamente expostos ao risco de carbon leakage. Setores com intensidade de emissões média e taxas de exposição comercial média ou baixa foram considerados mediamente expostos ao carbon leakage e setores com baixa intensidade de emissões foram considerados com baixo risco de carbon leakage. A classificação de cada setor é apresentada na tabela abaixo:

Tabela 13 – Classificação dos setores industriais quanto à intensidade de emissões e exposição comercial

Fator de risco	Classificação	NAICS	Intensidade de Emissões	Exposição Comercial
Alta	Extração de petróleo e gás	211111 / 211112	Médio	Alta
	Produção de carbonato de sódio	212391	Médio	Alta
	Produtos madeireiros reconstituídos	321219	Médio	Alta
	Produção de papel	322121	Médio	Alta
	Produção de papelão	322130	Médio	Alta
	Químicos inorgânicos	325188	Médio	Alta
	Produção de vidro	327211	Médio	Alta
	Produção de vasilhames de vidro	327213	Médio	Alta
	Produção de cimento	327310	Alto	Médio
	Produção de cal	327410	Muito Alto	Baixo
Media	Alimentos	311	Baixo	Médio
	Bebidas	312120	Baixo	Médio
	Confecção de roupas	3151	Muito Alto	Muito Alto
	Serraria	321113	Baixo	Alto
	Produtos derivados do petróleo	324	Médio	Médio
	Pesticida e outros químicos da agricultura	325230	Baixo	Alto
	Produção de espuma de polietileno	326140	Baixo	Médio
	Produção de gipsita	327420	Médio	Baixo
	Produção de algodão	327993	Médio	Médio
	Processamento de metais	331X	Baixo	Alto
Baixa	Produção de turbinas	333611	Baixo	Alto
	Produção de remédios	325412	Muito Baixo	Alto
	Produção de aeronaves	336411	Muito Baixo	Alto

Fonte: Adaptado de ARB 2010c

Após a classificação setorial de acordo com o risco de carbon leakage, o ARB considerou outros dois mecanismos para lidar com carbon leakage:

- Ajustes comerciais (taxações em importações e incentivos para exportações) e;
- Alocação de permissões baseada na produção

Ambas iniciativas procuram nivelar o ambiente competitivo em diferentes estados. O ARB optou pela alocação baseada na produção por causa das dificuldades políticas e técnicas de adotar ajustes comerciais. A imposição de ajustes comerciais seria um desafio, já que vai de encontro às políticas da Organização Mundial do Comércio (OMC) que estabelece que produtos nacionais e internacionais devem receber o mesmo tratamento comercial.

A alocação baseada na produção (conforme apresentada na seção 5.2) distribui permissões gratuitas para cada setor com base na produção do setor nos dois anos anteriores multiplicada for um benchmark de emissão e fator de assistência, sendo o fator de assistência determinado de acordo com a exposição de cada setor ao risco de carbon leakage.

A tabela abaixo apresenta os fatores de assistência para cada categoria de exposição ao carbon leakage. É importante lembrar, no entanto, que o fator de assistência é apenas um dos fatores na equação de alocação. Portanto, um fator de assistência de 100% não significa que o setor receberá 100% de suas permissões gratuitamente.

Tabela 14 – Fatores de assistência para setores industriais

Risco	Setor industrial	Fator de assistência
Alto	Extração de petróleo e gás, produção de carbonato de sódio, papel & celulose, cal e vidro, cimento, siderurgia, a maior parte do setor químico	100% até 2020
Médio	Alimentos & bebidas, serraria, gases industriais, refine de petróleo, algumas atividades siderúrgicas, produção de alumínio, produção de turbinas	2013-2014: 100%; 2015-2017: 75%; 2018-2020: 50%
Baixa	Indústria farmacêutica, aeronáutica, equipamentos de suporte para transporte aéreo	2013-2014: 100%; 2015-2017: 50%; 2018-2020: 30%

Fonte: Thomson Reuters Point Carbon, 2011

A avaliação do risco de carbon leakage na Califórnia ilustra algumas dificuldades que podem ser encontradas para mensurar esse risco em mercados subnacionais: a ausência de informações sobre o comércio interestadual a dificuldade de estabelecer limites claros entre os setores mais ou menos expostos ao comércio exterior. Essas dificuldades foram superadas com soluções paliativas, e que serão constantemente reavaliadas pelo regulador.

8.3 Abordagem de carbon leakage no Estado de São Paulo

O desenvolvimento de políticas regionais de mitigação, como no caso de um mercado de carbono para o Estado de São Paulo, vem sofrendo diversas críticas. Posner e Weisbach (2010) argumentam que: "elevar os custos da produção ou consumo de energia em uma cidade ou estado irá fazer com que as pessoas e os negócios migrem para outras regiões onde eles possam continuar a poluir". Já Wiener (2007) descreve estes esforços como contra-produtivos.

Segundo Farber (2012b) os céticos levantam questões legítimas sobre a utilidade de ações regionais. Entretanto, o mesmo autor afirma que, apesar da possibilidade de que estas ações regionais aumentem o risco de carbon leakage, a soma dos esforços locais pode ser muito importante para a redução de emissões em escala global. Farber argumenta ainda que estas ações regionais aumentam a probabilidade de que outros atores considerem que políticas de mitigação podem ser atrativas, aumentando assim a chance de que as negociações internacionais avancem mais rapidamente.

Não se pode negar que uma política que obrigue a redução de emissões de GEE tem importantes efeitos econômicos, entre eles um possível aumento do risco de fuga de capital [61] e, consequentemente, de carbon leakage. Esses importantes efeitos econômicos devem ser estudados e analisados a fundo, de forma a auxiliar a compreensão das consequências da política proposta, e contribuir em sua formulação.

Essa parte do estudo visa trazer à luz possíveis efeitos econômicos relativos a um mercado de carbono no Estado de São Paulo. O foco da análise aqui será a exposição ao comércio, segundo definição do EU ETS, conforme apresentado anteriormente:

Intensidade de comércio (trade intensity) = (importações + exportações) / (produção doméstica + importações)

61. Nacionaleinternacional,sobaformadeinvestimentoestrangeiro.

No caso da implantação de um mercado de carbono apenas no Estado de São Paulo, é importante verificar, além da exposição ao comércio internacional, a exposição ao comércio inter-regional, a fim de avaliar também o risco de carbon leakage para outros Estados. Neste caso, a fórmula do EU ETS foi adaptada para:

Intensidade de comércio (trade intensity) = (importações regionais + importações internacionais) + (exportações regionais + exportações internacionais) / (produção doméstica + (importações regionais + importações internacionais)

O outro ponto abordado pelo EU ETS para definir o risco de carbon leakage refere-se ao custo de carbono (carbon cost). Este ponto não pôde ser analisado em profundidade neste estudo devido à falta de dados econômicos atualizados. Sua definição segundo o EU ETS é:

Custo de carbono (carbon cost) = (custos diretos + custos indiretos) / (valor adicionado bruto)

Apesar da fórmula de avaliação do custo de carbono parecer bastante simples, temos diversos complicadores que impedem uma avaliação deste indicador com as informações disponíveis hoje para o Estado de São Paulo:

Os dados macroeconômicos do Estado de São Paulo, incluindo o valor adicionado bruto dos setores produtivos, estão disponíveis na matriz insumo-produto inter-regional, publicada pela FEA/USP (Guilhoto et al, 2010). Entretanto, o ano base da referida matriz é 2004, ou seja, suas informações estão ultrapassadas em quase uma década, e não serviriam como subsídio para a formulação de um estudo do risco de carbon leakage no Estado de São Paulo.

A referida matriz insumo-produto está agregada em 20 setores produtivos, que não são exatamente os mesmos setores que foram analisados nos estudos conduzidos por Avzaradel Szklo et al (2015), que esse trabalho visa complementar. Para que os dados da matriz possam ser utilizados na formulação do mercado de carbono de São Paulo, é imprescindível que se trabalhe com uma maior desagregação dos setores, de forma a tornar possível a compatibilização completa de cada setor produtivo segundo os códigos CNAE (Classificação Nacional de Atividades Econômicas).

Para efeitos de comparação, a lista atual de exposição ao risco de carbon leakage para o EU ETS foi elaborada em 2009, com base em extensos estudos quantitativos e qualitativos, incluindo análises insumo-produto e simulações com modelos de equilíbrio geral. Esta lista terá validade até o final de 2014, mas já vem sendo bastante criticada pelo setor produtivo, que argumenta que a referida lista já está ultrapassada para definir quais setores estão ou não expostos ao risco de carbon leakage, e assim definir quais setores são elegíveis à alocação gratuita de permissões (Sander et al, 2013).

Por isso, nesta seção, optou-se apenas pela análise do indicador de exposição ao comércio (regional e internacional), tomando como base de dados a matriz insumo-produto de São Paulo para o ano 2004 (Guilhoto et al, 2010). Desta forma, pode-se ilustrar um dos componentes da fórmula de exposição ao risco de carbon leakage do EU ETS, segundo o indicador de exposição ao comércio.

Segundo Guilhoto et al. (2010), com base na teoria de insumo-produto, proposta por Leontief, vários modelos econométricos foram desenvolvidos, que tratavam dos mais diversos problemas enfrentados pela sociedade, desde aspectos econômicos até sociais, considerando também problemas ambientais. Esses modelos são modelos desagregados da economia, que permitem análises intersetoriais e inter-regionais, sendo mais indicados para análises do impacto de políticas públicas na economia.

Ainda segundo os autores, o modelo inter-regional de insumo-produto requer o input de um grande volume de dados, reais ou estimados, e principalmente informações sobre fluxos intersetoriais e inter-regionais.

Devido ao grande volume de informações necessárias à montagem de um sistema interestadual de insumo-produto para a economia brasileira, Guilhoto et al. (2010) afirmam que o ano de 2004 foi o ano mais recente para o qual os dados necessários estavam disponíveis, sendo então utilizado como ano-base do modelo construído.

A Figura 28, a seguir, apresenta de forma esquemática as relações dentro de um sistema de insumo- produto inter-regional. Complementando o sistema regional, no sistema inter-regional, há uma troca de relações entre as regiões, exportações e importações, que são expressas por meio do fluxo de bens que se destina tanto ao consumo intermediário como à demanda final (Guilhoto et al, 2010).

Figura 28 - Relações de insumo-produto num sistema inter-regional

	Setores - Região L	Setores - Região M	L	M	
Set. Reg. L	Insumos Intermediários LL	Insumos Intermediários LM	DF LL	DF LM	Prod. Total L
Set. Reg. M	Insumos Intermediários ML	Insumos Intermediários MM	DF ML	DF MM	Prod. Total M
	Imp. Resto Mundo (M)	Imp. Resto Mundo (M)	M	M	M
	Impostos Ind. Liq. (IIL)	Impostos Ind. Liq. (IIL)	IIL	IIL	IIL
	Valor Adicionado	Valor Adicionado			
	Prod. Total Região L	Prod. Total Região M			

Fonte: Guilhoto et al, 2010.

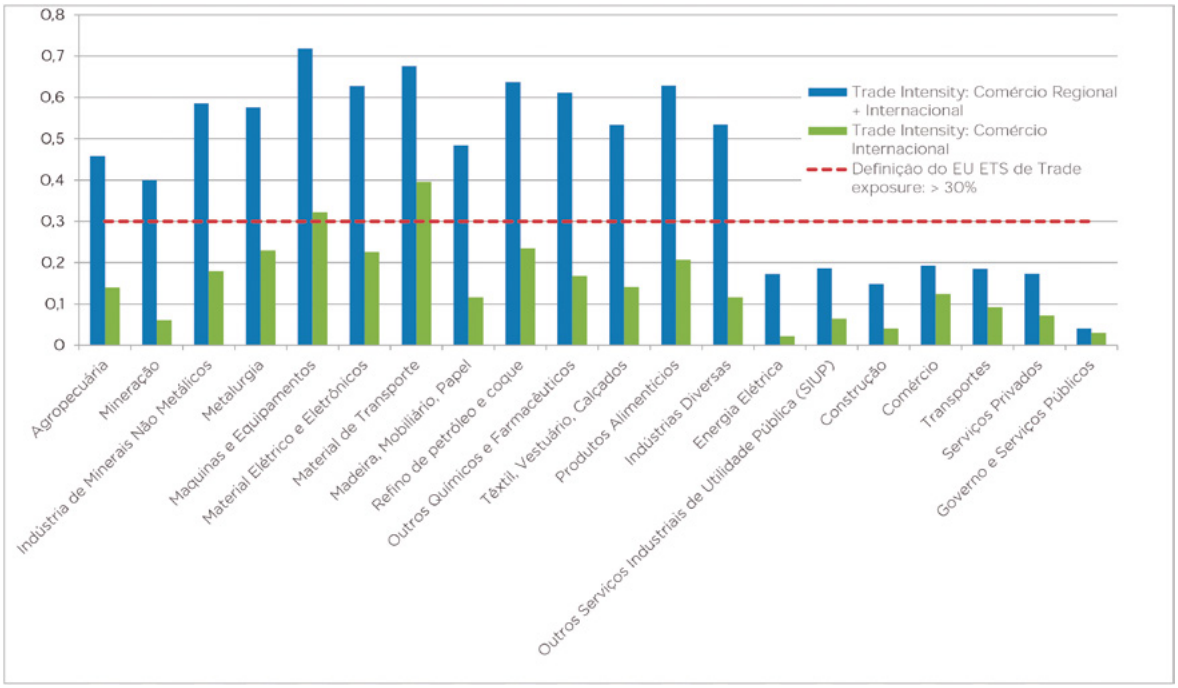
É importante ressaltar que os 20 setores produtivos analisados aqui (conforme publicados por Gulihoto et al, 2010) não são perfeitamente compatíveis com os setores analisados por Avzaradel Szklo et al (2015), já que, no estudo da Avzaradel Szklo et al, os setores econômicos[62] analisados foram organizados de acordo com a classificação ISIC ver 4 (Avzaradel Szklo et al. 2015). No entanto, de forma conservadora, preferiu-se apresentar esta análise de acordo com os 20 setores originais presentes na matriz insumo-produto.

Outro motivo que influenciou a apresentação dos resultados de todos os 20 setores é o fato de que a exposição regional poderia reforçar a necessidade de aprofundamento da análise de outros setores não considerados anteriormente. Este fato se comprovou, por exemplo, para os setores de mineração e de equipamentos de transportes, conforme será discutido adiante.

Entretanto, para fornecer o detalhamento necessário para uma análise robusta do risco de carbon leakage em um potencial mercado de carbono, a definição dos setores econômicos (de acordo com a classificação ISIC ver.4) presentes na MACtool e na matriz insumo-produto do Estado de São Paulo devem ser compatíveis, tomando-se os cuidados explicitados no capítulo 3 de metodologia do estudo elaborado por Avzaradel Szklo et al (2015). Assim, as informações sobre emissões e custos de mitigação provenientes da MACtool e as informações macroeconômicas da matriz insumo-produto poderão ser combinadas das para subsidiar o estudo do risco de carbon leakage no Estado de São Paulo.

A Figura 29 abaixo, ilustra a exposição comercial dos 20 setores da economia do Estado de São Paulo, de acordo com a agregação disponível na matriz insumo produto do estado.

Figura 29 – Exposição comercial dos 20 setores econômicos disponíveis na matriz insumo-produto do Estado de São Paulo relativa ao ano de 2004.



Fonte: Willian Wills, a partir de Guilhoto et al, 2010.

De acordo com a definição do mercado europeu, um setor ou subsetor é considerado exposto a um risco significativo de carbon leakage se o indicador de intensidade de comércio (trade intensity) for maior que 30%, ou se a intensidade de comércio (trade intensity) for maior que 10% e o custo de carbono (carbon cost) for maior que 5%.

A figura anterior, elaborada a partir da fórmula que define intensidade de comércio na UE e de sua adaptação ao caso de São Paulo, apresenta resultados bastante interessantes e que evidenciam a necessidade de um aprofundamento dos estudos econômicos sobre o risco da ocorrência de carbon leakage no Estado.De acordo com a Figura 29, considerando-se apenas o comércio internacional, poucos setores estariam expostos ao risco de carbon leakage (sem a consideração do critério do custo de carbono). Entretanto, se forem incluídas na análise as importações e exportações interestaduais, observa-se que a maior parte dos setores estaria exposta ao risco de carbon leakage segundo a definição europeia.

Fica evidente que os setores de máquinas e equipamentos, e o de material de transporte (veículos) estariam altamente expostos, pois seu índice de exposição comercial (tanto internacional como interestadual) está acima da faixa de 30%.
Outro ponto interessante a ser observado é que nem sempre os setores que tem maior exposição ao comércio regional, são aqueles com maior exposição ao comércio internacional. Pode-se citar, como exemplo, os setores de mineração e indústrias diversas.

É importante ressaltar também que os riscos de fuga de capital e, consequentemente, de carbon leakage, são provavelmente maiores em um mercado de carbono estadual do que em uma iniciativa nacional. Isso ocorre porque é indiscutivelmente mais fácil para uma empresa transferir seu negócio para um estado vizinho do que para outro país. Em um estado vizinho não há dificuldades quanto à linguagem, a moeda utilizada é a mesma, e a empresa pode continuar a atender a demanda de seus consumidores sem ter que arcar com um custo de transporte muito elevado, mantendo-se competitiva naquele mercado.

Por isto, torna-se ainda mais importante a realização de estudos quantitativos e qualitativos detalhados com o objetivo de entender os efeitos do mercado de carbono proposto para São Paulo. Análises insumo-produto, assim como simulações com modelos de equilíbrio geral podem ajudar a compreender as consequências desejadas e indesejadas da imposição de um preço de carbono, assim como a identificar medidas que podem auxiliar os setores produtivos a se manterem competitivos nacionalmente e internacionalmente. Segundo Wills (2013), esse tipo de análise não é muito comum no Brasil quando são discutidas políticas de mitigação. Segundo o autor, geralmente, os estudos de mitigação

---

62 Os setores analisados no estudo da Avzaradel Szklo et al (2015) são: alimentos e bebidas, cimento, papel e celulose, química, siderurgia, transporte e tratamento de resíduos.

se limitam ao levantamento setorial de custos de abatimento de emissões, cujas conclusões são limitadas em termos dos impactos econômicos gerais, perda de competitividade, nível de atividade e de ocupação da população ativa.

Para uma análise robusta dos riscos de carbon leakage no Estado de São Paulo dados mais detalhados são necessários, porém os resultados acima fornecem uma indicação preliminar dos setores que estão mais expostos a competição internacional e nacional. Os dados econômicos estão desatualizados, mas já sugerem que muitos setores produtivos do estado têm forte relação comercial com estados vizinhos, uma conclusão importante que deve ser levada em consideração na discussão de criação do mercado potencial.

8.4 Conclusões e recomendações em relação ao risco de carbon leakage

Essa seção buscou definir e exemplificar o risco de ocorrência de carbon leakage, ou seja, a transferência de atividades produtivas de uma localidade com limite de emissões de GEE para uma região não controlada, aumentando assim as emissões nessa região.A análise do risco de carbon leakage é complexa, pois envolve fatores que influenciam a competitividade das empresas. Esses fatores são diversos e mudam com o tempo, por isso é difícil isolar o impacto da imposição de um preço de carbono na decisão de realocação das atividades produtivas de uma empresa. A imposição de um preço pelo carbono emitido resulta em efeitos desejáveis e indesejáveis na economia. Por um lado, incentiva aumentos de eficiência no processo produtivo, e estimula a entrada no mercado de produtos menos carbono-intensivos. Por outro lado, pode levar a um incremento da produção carbono-intensiva fora da região regulada, levando a um aumento de emissões nessa região (impacto ambiental) e possível perda de empregos na região controlada, devido à diminuição da produção nessa região (impacto social e político).

Por isso, tanto a UE como a Califórnia desenvolveram métricas sofisticadas para medir o risco de carbon leakage e proteger a competitividade de suas indústrias. A definição dos setores expostos ao carbon leakage envolve a coleta e revisão de um grande número de informações, muitas das quais nunca foram coletadas antes (como importações interestaduais na Califórnia). Para lidar com essas limitações o regulador resolveu extrapolar dados nacionais e regionais. Porém, tanto na Europa como na Califórnia, a lista de setores expostos será constantemente revista.

Em São Paulo, a análise do risco de carbon leakage enfrenta limitações importantes: 1) os dados econômicos estão desatualizados, 2) a classificação dos setores econômicos na matriz insumo- produto é diferente da classificação utilizada na MATool (ISIC ver.4), o que impossibilita a combinação dos dados e 3) não há uma análise robusta dos impactos econômicos da criação de um mercado. Com as informações disponíveis na matriz insumo-produto do ano-base 2004 foi possível realizar uma análise preliminar dos setores com maior interação comercial internacional e interestadual, e definir, utilizando um dos critérios do mercado

europeu, quais setores estariam expostos ao risco ao carbon leakage. No entanto, para a realização de uma análise aprofundada desse tema o Estado de São Paulo precisaria:

- Atualizar a matriz insumo-produto do Estado e desagregar os setores produtivos conforme a classificação ISIC ver.4: a matriz insumo-produto fornece informações sobre o comércio interestadual e o valor adicionado bruto dos setores, que são informações chave para análise de carbon leakage. No entanto, sua classificação setorial deve seguir os padrões da ISIC ver.4, para permitir a combinação dos dados econômicos com os dados de emissão de GEE.

- Iniciar discussões com representantes dos setores produtivos e outras partes interessadas sobre a definição do risco de carbon leakage no Estado: assim como feito na Europa e Califórnia, a participação do setor industrial é fundamental para compreensão dos fatores que realmente afetam as decisões de realocação das empresas. A criação de fóruns de discussão e grupos de trabalho pode ajudar nesse processo.

Durante o ano de 2013, o governo federal comissionou a elaboração de estudos sobre os impactos de instrumentos de precificação de carbono (imposto de carbono e mercado de carbono) para o atingimento das metas de redução nacionais[63]. O estudo utilizou um modelo de equilíbrio geral computável (Computable General Equilibrium, CGE), que fornece, entre outros resultados, os impactos de uma determinada política na economia.

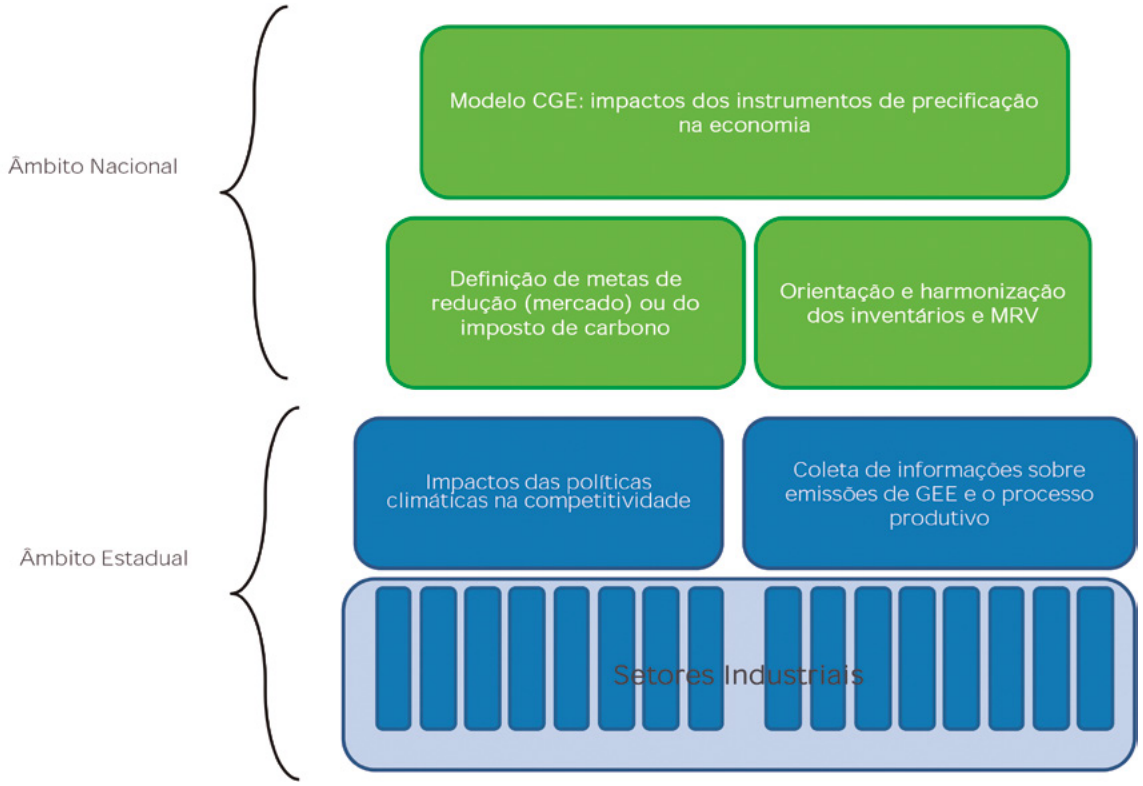
Os resultados desses estudos não estão publicamente disponíveis, mas poderiam ser utilizados para iniciar uma discussão mais ampla (no âmbito nacional) sobre os impactos econômicos da criação de um mercado de carbono e os riscos de carbon leakage.

As vantagens de centralizar a discussão no governo federal são: 1) fornece um sinal claro aos Estados do engajamento do governo federal e facilita a participação dos Estados, 2) aumenta a transparência do processo de formulação da política de mudanças climáticas e permite a participação de outros atores e 3) facilita a formulação de políticas estaduais alinhadas ao direcionamento do governo federal. Nesse sentido, enquanto o governo federal poderia coordenar uma discussão mais ampla sobre o instrumento de precificação (imposto ou mercado de carbono) mais adequado para o país, os governos estaduais poderiam coordenar fóruns locais com as federações de indústrias de cada Estado e outras entidades, para discutir seus impactos na competitividade da indústria brasileira e organizar a coleta de dados mais específicos sobre o processo produtivo e as emissões de GEE da indústria. A Figura 30 abaixo ilustra essa coordenação:

---

63. SPE/MF (2013)

Figura 30 – Sugestão de coordenação das atividades nos âmbitos nacional e estadual para a definição da política de mudanças climáticas



Fonte: TRPC

A figura ilustra a coordenação simultânea das atividades nos âmbitos federal e estadual. Enquanto o governo federal ocupa-se de questões de coordenação nacional (tais como a definição de metas de redução no caso de um mercado de carbono ou da taxa de carbono no caso do imposto), os governos estaduais estariam focados no estudo do impacto dessas políticas para a indústria local,e trabalhando com entidades setoriais para melhor compreender e analisar esses impactos.

Outro aspecto importante ilustrado na figura trata da harmonização dos registros de emissões e sistemas de MRV. Conforme apresentado na seção 7.3, alguns Estados já possuem registros de emissões e estão engajados em disponibilizar suas informações para o governo federal, como é o caso de Minas Gerais. Outros Estados ainda não possuem o registro, mas estão trabalhando na criação dos mesmos.

Nesse contexto, a iniciativa dos grupos de trabalho do Núcleo de Articulação Federativa é fundamental. Após a definição das metodologias a serem utilizadas, os Estados poderiam continuar seus esforços de criação de registros, e os Estados mais avançados nesse processo (como São Paulo e Minas Gerais) poderiam fornecer ajuda e capacitação aos Estados em fases iniciais do processo. Após a criação e

consolidação dos registros de emissões públicas estaduais, o próximo passo seria a requisição de informações de emissões de GEE por empresa (inventário de GEE de empreendimentos).

Além de informações básicas sobre emissões industriais, os inventários de GEE de empreendimentos poderiam coletar também informações mais sofisticadas sobre o processo produtivo, que ajudariam na construção de benchmarks (conforme discutido na seção 7.3) e na análise dos impactos sobre a competitividade. Como mencionado, essas atividades poderiam contar com o apoio das federações de indústrias locais, que podem atuar como interlocutores entre o governo e as indústrias. Acredita-se que dentro de um contexto de coordenação de esforços pelo governo federal, a coleta de informações do setor industrial seria mais produtiva.

As iniciativas estaduais em andamento, entretanto, não devem ser descartadas, e as recomendações feitas acima para um estudo mais aprofundado do risco de carbon leakage no Estado de São Paulo continuam válidas. Num primeiro momento, o Estado poderia focar na atualização dos dados econômicos e produção de estudos mais aprofundados sobre os conceitos que definem o risco de carbon leakage. Após essa preparação inicial, o governo do estado poderia começar uma discussão com o setor industrial sobre a definição do risco de carbon leakage para o Estado de São Paulo, sempre contando com a participação de outras partes interessadas. Através desse processo, o Estado pode iniciar uma discussão legítima sobre a competitividade da indústria paulista, com o objetivo de proteger os setores mais vulneráveis.

9. Conclusões e recomendações finais

Esse estudo buscou avaliar e discutir as vantagens e desvantagens de diferentes métodos de alocação de permissões bem como outros aspectos importantes que devem ser considerados nesse processo e fornecer recomendações para o Estado do São Paulo.

Na análise dos mecanismos de distribuição, foram apresentados os objetivos de um mecanismo de alocação bem desenhado, os quais são: 1) distribuir de maneira eficiente as oportunidades (e custos) de redução entre os participantes; 2) evitar o aumento significativo de preços aos consumidores finais e 3) evitar ou diminuir o risco de carbon leakage.

Existem três métodos de alocação de permissões consolidados que buscam alcançar os objetivos acima mencionados. Cada método terá impactos diferentes no mercado e em seus participantes, por isso foram analisados separadamente nesse estudo.

O primeiro mecanismo trata da distribuição gratuita de permissões através da análise do volume de emissões históricas, vendas totais ou nos volumes de produção, ou na distribuição igualitária de permissões entre todos os participantes do ETS. A distribuição gratuita facilita a implementação e aceitação do mercado e diminui os custos de participação para as empresas envolvidas. Por isso, pode ser método de distribuição interessante paras as fases iniciais do mercado, porque possibilita aos participantes se familiarizar com as regras do mesmo sem custos excessivos. No entanto,se houver uma alocação excessiva de permissões, esse mecanismo pode levar à geração de windfall profits.

O segundo método é a venda de permissões através da realização de leilões regulares. A distribuição de permissões através de leilões aumenta a transparência do mercado, pois permite a descoberta do preço real que os emissores estão dispostos a pagar por cada permissão. Além disso, a venda de permissões gera receita ao regulador, que pode ser utilizada para investimentos em tecnologias de baixo carbono e/ou para compensar os possíveis impactos da criação de um mercado de carbono na economia (como aumento geral dos preços). No entanto, o leilão de permissões é politicamente difícil de aprovar e levanta críticas do setor industrial, que alega possíveis aumentos nos custos de produção e desvantagens

no mercado internacional. Outro aspecto importante do mecanismo de leilões é a utilização da receita gerada com a venda de permissões. A destinação dos recursos deve ser claramente definida na fase de concepção do mercado, para evitar que esses recursos sejam destinados a iniciativas não alinhadas aos objetivos do mercado.

Finalmente, na alocação híbrida, o regulador do mercado distribui gratuitamente parte do volume total de permissões e leiloa o restante. A abordagem híbrida combina a eficiência do leilão com o mecanismo de compensação da alocação gratuita, mas a sua implementação é complexa porque exige a criação de plataformas de negociação e a contratação de entidade especializadas, além de criação de capacidade institucional para coordenação das atividades do mercado. Isso pode representar um desafio para o regulador.

Para avaliar a eficiência de cada mecanismo de alocação, a equipe analisou a experiência de três mercados principais: a alocação gratuita nas fases 1 e 2 do mercado europeu (EU ETS), a alocação híbrida do mercado da Califórnia e o leilão de permissões do mercado dos estados da costa leste dos Estados Unidos (RGGI), que está focado no setor elétrico.

Além do mecanismo de alocação, o estudo avaliou também a metodologia para a criação de benchmarks e o tratamento da questão de carbon leakage no EU ETS e na Califórnia. Esses tópicos não foram avaliados no mercado RGGI porque não são de grande relevância para esse mercado.

A criação de benchmarks tem se tornado prática comum no processo de alocação de permissões, pois incentiva as empresas a se tornarem mais eficientes. Os benchmarks, normalmente baseados na melhor tecnologia disponível, alocam mais permissões às empresas mais próximas do valor

estabelecido, e por isso tendem a beneficiar as empresas mais eficientes. No entanto, o estabelecimento de benchmarks é um processo difícil e demorado, e que requer ampla participação do setor industrial. As experiências da Europa e Califórnia fornecem algumas lições interessantes para São Paulo.

Além disso, a manutenção da competitividade da indústria local é uma preocupação constante dos reguladores do mercado. O risco de transferência das atividades produtivas de uma geografia com limite de emissões de GEE para outra localidade não regulada (carbon leakage) é particularmente relevante na União Europeia (já as empresas podem realocar suas atividades para outro país que não faz parte do EU ETS) e na Califórnia (risco de transferência de empresas para estados vizinhos). Por isso, ambos mercados desenvolveram métricas elaboradas para medir e lidar com o risco de carbon leakage, que envolvem a coleta de um grande número de informações e dados comerciais, e o estabelecimento de critérios para delimitar setores mais ou menos expostos a esse risco.

A avaliação da experiência de outros mercados nesses três aspectos principais da criação de um mercado de carbono (alocação de permissões, criação de benchmarks e avaliação do risco de carbon leakage) fornece algumas lições importantes para o Estado de São Paulo e que são resumidas abaixo:

Em primeiro lugar, o design de um mecanismo de alocação, bem como a estabelecimento de benchmarks requer uma base de dados extensa que inclua informações detalhadas sobre o processo produtivo, volume de produção, tipos de combustíveis e conexões técnicas, etc. Esses dados devem ser coletados por um determinado período, para permitir a criação de uma série histórica que possibilite a análise de tendências e potenciais discrepâncias.

O Estado de São Paulo já possui iniciativas importantes de coleta de dados, como o inventário estadual de emissões de GEE, que apresenta as emissões agregadas por setor produtivo; e o inventário de GEE de empreendimentos, uma iniciativa piloto implementada pela CETESB, e que obriga certos empreendimentos a forneceram informações sobre suas emissões a partir de 2013. No entanto, as informações solicitadas no inventário de GEE de empreendimentos no momento são insuficientes para o desenvolvimento de uma análise detalhada das tendências de emissões dos empreendimentos abrangidos, e principalmente, para a criação de valores de benchmark. Conforme sugestão apresentada na tabela8 desse estudo, o Estado poderia aumentar o número de informações exigidas no inventário, para criar uma base de dados robusta. Para incentivar o fornecimento das informações, o Estado poderia oferecer incentivos fiscais ou a extensão do prazo de licenças de operação e/ou licenças ambientais.

Em segundo lugar, além de solicitar mais informações dos futuros participantes do mercado, o Estado poderia trabalhar para atualizar e melhorar suas próprias informações econômicas, de maneira a permitir uma análise mais aprofundada dos possíveis impactos da criação de um mercado de carbono. A atualização da matriz insumo-produto é imprescindível para possibilitar modelagens mais sofisticadas dos efeitos da imposição de um preço de carbono, seja através da criação do mercado ou imposição de uma taxa de carbono. O governo federal já vem desenvolvendo estudos sobre o tema, e a coordenação das atividades nos âmbitos federal e estadual poderia oferecer uma oportunidade de alinhar as iniciativas estaduais aos desenvolvimentos da política climática nacional
Conforme sugestão apresentada na a seção 8.4, o governo federal poderia coordenar a definição dos instrumentos (mercado de carbono ou imposto) a serem utilizados para atingir as metas de redução voluntárias, enquanto os governos estaduais concentram-se na discussão dos impactos dessas medidas para a indústria local, com representantes do setor.

Esse mesmo modelo pode ser utilizado para a elaboração e consolidação dos inventários públicos de emissão GEE, bem como criação dos registros de inventários de GEE de empreendimentos nos Estados que ainda não possuem. O governo federal forneceria as orientações gerais sobre as metodologias de

cálculo e sistemas de MRV a serem utilizados, e os Estados se encarregariam de implementar os registros com o apoio das federações de indústria de casa Estado. Acredita-se que esse modelo pode ser expandido no futuro, para coleta de informações mais específicas que permitiriam a construção de benchmarks para a indústria. Além disso, essa plataforma poderia ser utilizada para discussão do impacto da introdução de mecanismos de mercado para a competitividade da indústria brasileira, beneficiando-se da descrição das experiências europeia e californiana apresentadas nesse estudo.

Além de aperfeiçoar seu sistema de coleta de informações e aprofundar estudos e iniciativas os impactos de instrumentos de mercado (bem como o engajamento com o setor industrial), o governo do Estado deve avaliar qual o mecanismo de alocação mais adequado para um possível mercado. Conforme mencionado acima, a distribuição gratuita pode ser um método interessante para as fases iniciais do mercado, porém o risco de alocação excessiva de permissões pode minar os objetivos do mercado no longo prazo. Os mecanismos de venda de permissões ou a abordagem híbrida parecem ser mais adequados porque diminuem o risco de alocação excessiva, porém em ambos os casos o regulador deve definir antecipadamente a utilização da receita. A experiência da destinação dos royalties do petróleo no Brasil fornece um exemplo recente de como os recursos coletados para compensar uma externalidade negativa podem ser destinados a outros objetivos políticos. Casos semelhantes foram observados em outros mercados estudados (Califórnia e RGGI).

E finalmente, a criação de um mercado de carbono não se faz sem o forte envolvimento das partes interessadas, principalmente o setor industrial que será o primeiro mover privado atingido pela criação do mercado. A participação das indústrias na discussão dos mecanismos de alocação de permissões, criação de benchmarks e definição do critério de carbon leakage é fundamental para garantir o acesso a informações técnicas qualificadas e a legitimidade do processo, com o intuito de diminuir possíveis atritos futuros com os participantes do mercado.

Para tanto, esse trabalho sugeriu o aperfeiçoamento e expansão dos grupos de trabalho criados pelo governo federal através do Núcleo de Articulação Federativa para avaliar os diferentes aspectos do mercado e criar um canal aberto de debate entre o poder público e a sociedade. É inegável que os governos nacionais e estaduais devem tomar iniciativas para reduzir ou estabilizar suas emissões de GEE, conforme regulamentado pela políticas nacionais e estaduais, e a sociedade civil têm cobrado essas iniciativas. Porém, é importante manter a competitividade da indústria e avaliar os impactos da introdução de mecanismos de mercado em outros atores, algo que só pode ser feito com o engajamento dos mesmos.

10. Bibliografia

Agência de notícias do Paraná (2013) Sistema on-line ajudará indústrias no controle e redução da poluição, Press release, 13 Agosto 213. Disponível em: http://www.aen.pr.gov.br/modules/noticias/article.php?storyid=76048&tit=Sistema-on-line-ajudara- industrias-no-controle-e-reducao-da-poluicao Acessado em Janeiro 2014

Agência Senado (2013) ANP: produção de petróleo deve dobrar até 2020, 14 Março 2013. Disponível em: http://www12.senado.gov.br/noticias/materias/2013/03/14/producao-de-petroleo-deve-dobrar-ate- 2020 Acessado em Janeiro 2014

Air Resources Board (ARB 2013), Assembly Bill 32: Global Warming Solutions Act. Disponível em: http://www.arb.ca.gov/cc/ab32/ab32.htm Acessado em Outubro 2013

Air Resources Board (ARB 2013a). Disponível em: http://www.arb.ca.gov/homepage.htm Acessado em Outubro 2013

Air Resources Board (ARB 2013b), Cap-and-Trade Auction Proceeds Investment Plan: Fiscal Years 2013-14 through 2015-16, May 2013. Disponível em: http://www.arb.ca.gov/cc/capandtrade/auctionproceeds/final_investment_plan.pdf

Air Resources Board (ARB 2010a), "Subchapter 10 Climate Change, Article 5, Sections 95800 to 96022, Title 1: California Cap on Greenhouse Gases Emissions Market-Based Compliance Mechanisms". Appendix A: Proposed Regulation Order

Air Resources Board (ARB 2010b), "Subchapter 10 Climate Change, Article 5, Sections 95800 to 96022, Title 1: California Cap on Greenhouse Gases Emissions Market-Based Compliance Mechanisms". Appendix J: Allowance Allocation

Air Resources Board (ARB 2010c), "Subchapter 10 Climate Change, Article 5, Sections 95800 to 96022, Title 1: California Cap on Greenhouse Gases Emissions Market-Based Compliance Mechanisms". Appendix K: Leakage Analysis

Alves, J. W. S.; Ferrer, J. T. V.; Gonzales, M. P.; et. al. (2011), "Inventário de emissões antrópicas de gases de efeito estufa diretos e indiretos do Estado de São Paulo", 2.ed. São Paulo: CETESB

Anger, N., Böhringer, C. and Oberndorfer, U. (2008) "Public Interest vs. Interest Groups: Allowance Allocation in the EU Emissions Trading Scheme" ZEW - Centre for European Economic Research Discussion Paper No. 08-023

Avzaradel Szklo, A.C., S. Betz, A. Burgi, J. Guimarães, A. Mello, P. Messer, F. Pinheiro, L. Roxo, M. Netto e C.E. Ludena. (2015). Estudos sobre Mercado de Carbono no Brasil: Análise do Potencial Dimensionamento do Mercado – Estudo de Caso sobre o Estado de São Paulo. Banco Interamericano de Desenvolvimento, Monografia No. 308, Washington DC.

BKartA (2006). Bundeskartellamt: Sachstandspapier zur Vorbereitung der mündlichen Verhandlung in Sachen Emissionshandel und Strompreisbildung. Disponível em: http://www.energieverbraucher.de/files_db/dl_mg_1193411890.pdf .Acessado em Novembro 2013.

Benz, E. and Ehrhart, K. (2007) Which allocation rule generates true price signals for the CO2 allowance market? European Council for and Energy Efficient Economy, ECEEE Summer Study Proceedings. Disponível em: http://www.eceee.org/library/conference_proceedings/eceee_Summer_Studies/2007/Panel_1/1.281

Betz R., Rogge K. and Schleich J., (2006) An Early Assessment of National Allocation Plans for Phase 2 of EU Emission Trading, Fraunhofer Institute Systems and Innovation Research ISI, Working Paper Sustainability and Innovation No. S1/2006. Disponível em: http://www.isi.fraunhofer.de/isi- media/docs/e-x/working-papers-sustainability-and-innovation/NAP2_assessment.pdf

Betz R., Rogge K. and Schleich J., (2007) EU emission trading: better job second time around, Fraunhofer Institute Systems and Innovation Research ISI, Working Paper Sustainability and Innovation Nr. S 2/2007. Disponível em: http://www.econstor.eu/dspace/bitstream/10419/28516/1/538778229.pdf

Bolscher, H., Graichen, V., Hat, G., Healy, S., Lenstra, J., Meidert, L.,Regeczi, D., Schickfus, M., Schumacher, K., Timmons-Smakman, F., (2013) Carbon Leakage Evidence Project: Factsheets for selected sectors, Ecorys, Rotterdam, September 2013

Bovenberg, A. L., Goulder H. L. (2000) Neutralizing the Adverse Industry Impacts of CO2 Abatement Policies: What does it cost? NBER Working Paper 7654, April 2000

Burtraw, D., Palmer K., Paul A., Bharvirkar R. (2001) The Effect of Allowance Allocation on the Cost of Carbon Emission Trading, Resources for the Future Discussion Paper 01-30, Washington DC

Burtraw, D., Palmer K., Paul A., Bahrvirker R. (2002) The Effects on Asset Values of the Allocation of Carbon Dioxide Emission Allowances, Electricity Journal, 15(5), 51-62.

Burtraw, D., Goeree K. J., Holt A. C., Myers E., Palmer K., Shobe W. (2009) Collusion in Auctions for Pollution Permits: An Experimental Study, Journal of Policy Analysis and Management, 28(4), 672- 691.

Burtraw, D.,Szambelan S. J.(2012) For the Benefit of California Electricity Taxpayers: Electricity sector options for the use of allowance value created under California's cap-and-trade programs, Resources for the Future, 11 May 2012.

Bregman, D. (2007) Um Estudo Sobre a Aplicação dos Royalties Petrolíferos no Brasil, Finanças Públicas, XII Prêmio Tesouro Nacional, 2007, Tópicos Especiais de Finanças Públicas. Disponível em: http://www1.fazenda.gov.br/spe/publicacoes/estudos/um_estudo_sobre_a_aplicacao_dos_royalties.p df

Bruyn, S., Markowska A., Jong F and Bles M. (2010) Does the energy intensive industry obtain windfall profits through the EU ETS? Delft, CE Delft.

Carbon Trust (2010) Tackling Carbon Leakage: Sector specific solutions for a world of unequal carbon prices, Carbon Trust, London, 2010. Disponível em: http://www.carbontrust.com/resources/reports/advice/tackling-carbon-leakage-sector-specific- solutions

California Air Resource Board (CARB, 2008) Climate Change Scoping Plan. Disponível em: http://www.arb.ca.gov/cc/scopingplan/document/adopted_scoping_plan.pdf.

Carloni, F. B. B. A. (2012), "Gestão do inventário e do monitoramento de emissões de gases de efeito estufa em cidades: o caso do Rio de Janeiro". Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE

Case T 178/05 (2005): UK vs Commission. Disponível em:
http://curia.europa.eu/juris/liste.jsf?language=en&num=T-178/05

Case T 374/04 (2004): Germany vs Commission :
http://curia.europa.eu/juris/liste.jsf?language=en&num=T-374/04

Cramton, P. and Kerr S. (2002) Tradeable Carbon Permit Auctions: How And Why To Auction Not Grandfather, Energy Policy, Elsevier, vol. 30(4), pages 333-345, March.

Cooper, N. R. (2010) "Europe's Emissions Trading System", Harvard Project on International Climate Agreements, Belfer Center for Science and International Affairs, Harvard Kennedy School

Deutsche Bank Research (2010), Bidding for the Better: EU emissions Trading Scheme moves to auctioning, 8 November 2010

Directive 2009/29/EC of the European Parliament and of the Council, 2009. Disponível em: http://eur- lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:32009L0029:en:NOT Acessado em Dezembro 2013

Ecofys e Oeko-Institut, (2013) Support to the Commission for the determination of the list of sectors and subsectors deemed to be exposed to a significant risk of carbon leakage for the years 2015-2019, January 2013. Disponível em: http://ec.europa.eu/clima/policies/ets/cap/leakage/docs/carbon_leakage_list_en.pdf

Environmental Defense Fund (EDF, 2012) "The EU Emissions Trading System: Results and Lessons Learned", Washington DC, 2012.

Ellerman, D. and Joskow, P. (2008) The European Union's Emissions Trading System in Perspective, Pew Center on Global Climate Change, May 2008. Disponível em: http://www.c2es.org/docUploads/EU-ETS-In-Perspective-Report.pdf

Environmental Northeast (ENE, 2010), RGGI Emission Trends, June 2010. Disponível em: http://www.env-ne.org/public/resources/pdf/ENE_RGGI_Emissions_Report_20100617_FINAL.pdf

Environment Northeast (ENE 2013) Lawmakers Raid CT Clean Energy Funds, Press Release from 5th June 2013. Disponível em: http://www.env-ne.org/media-center/release/lawmakers-raid-ct-clean- energy-funds Acessado em Novembro 2013

Eurofer (2011), Steel Industry goes to European Court on EU Emissions Trading Scheme, Press statement, 21st July 2011, Brussels. Disponível em: http://www.eurofer.org/News%26Media/Press%20releases/EUROFER%20Goes%20to%20Court%20 on%20EU%20ETS.fhtml Acessado em Outubro 2013.

European Environment Agency (EEA, 2011), Greenhouse gas emission trends and projections in Europe 2011, EEA Report No 4/2011.

European Commission (2011) 2011/278/EU: Commission Decision of 27 April 2011 determining transitional Union-wide rules for harmonised free allocation of emission allowances pursuant to Article 10a of Directive 2003/87/EC of the European Parliament and of the Council (notified under document C(2011) 2772). Disponível em: http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2011:130:0001:01:EN:HTML

European Commission (2011a) Guidance Document no 1 on the harmonized free allocation methodology for the EU-ETS post 2012. General Guidance. Disponível em: http://ec.europa.eu/clima/policies/ets/cap/allocation/docs/gd1_general_guidance_en.pdf

European Commission (2011b) Guidance Document no 2 on the harmonized free allocation methodology for the EU-ETS post 2012.Guidance on allocation methodologies. Disponível em: http://ec.europa.eu/clima/policies/ets/cap/allocation/docs/gd2_allocation_methodologies_en.pdf

European Commission (2011c) Guidance Document no 5 on the harmonized free allocation methodology for the EU-ETS post 2012.Guidance on carbon leakage. Disponível em: http://ec.europa.eu/clima/policies/ets/cap/allocation/docs/gd5_carbon_leakage_en.pdf

European Commission (2011d) Guidance Document no 9 on the harmonized free allocation methodology for the EU-ETS post 2012. Sector specific guidance. Disponível em: http://ec.europa.eu/clima/policies/ets/cap/allocation/docs/gd9_sector_specific_guidance_en.pdf

European Commission (2011e) Guidance Document no 3 on the harmonized free allocation methodology for the EU-ETS post 2012. Guidance on data collection. Disponível em: http://ec.europa.eu/clima/policies/ets/cap/allocation/docs/gd3_data_collection_en.pdf

European Commission (2012) "Report from the Commission to the European Parliament and the Council: The state of the European carbon market in 2012", COM(2012) 652 final

European Commission, (2013a) Climate Action website. Disponível em: http://ec.europa.eu/clima/policies/ets/pre2013/index_en.htm . Acessado em Outubro 2013

European Commission (2013b) Climate Action website. Disponível em: http://ec.europa.eu/clima/policies/brief/eu/index_en.htm. Acessado em Outubro 2013

European Commission, (2013c) Climate Action website. Disponível em: http://ec.europa.eu/clima/policies/ets/pre2013/nap/documentation_en.htm Acessado em Novembro 2013

European Commission, (2013d) Questions and Answers: Auctions (January 2013). Disponível em: http://ec.europa.eu/clima/policies/ets/cap/auctioning/faq_en.htm

European Commission, (2013e) Climate Action http://ec.europa.eu/clima/policies/ets/cap/allocation/index_en.htm Acessado em Novembro 2013
website. Disponível em: Acessado em Novembro 2013

European Commission, (2013f) Climate Action website. Disponível em: http://ec.europa.eu/clima/policies/ets/cap/leakage/ Acessado em Novembro 2013

European Commission, (2014a) Climate Action website. Disponível em: http://ec.europa.eu/clima/policies/transport/aviation/index_en.htm Acessado em Janeiro 2014

EUR-lex (2010) "National Implementing Measures". Disponível em: http://new.eur-lex.europa.eu/advanced-search-form.html?qid=1384783761002&action=update Acessado em Dezembro 2013

Farber, D. A. (2012a) Pollution Markets and Social Equity: Analyzing the Fairness of Cap and Trade, Ecology Law Quarterly, Vol. 39 Issue 1, p1

Farber, D. A. (2012b) "Carbon Leakage versus Policy Diffusion: The Perils and Promise of Sub-global Climate Action", 13 Chi. J. Int'l L. 359

Fundação Estadual do Meio Ambiente (2013) Relatório de Situação do Programa Voluntário de Registro Público de Emissões de Gases de Efeito Estufa do Estado de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2013. Disponível em: http://www.feam.br/images/stories/arquivos/mudnacaclimatica/2013/relatorio_anual_gee_231213.pdf

GVces/ FGV (2013) Elementos e para a Construção de um Sistema de Comércio de Emissões, Volume III, São Paulo. Disponível em: http://gvces.com.br/index.php?r=site/capasecao&id=29

Guilhoto, J.J.M., C.R. Azzoni, S.M. Ichihara, D.K. Kadota, E.A. Haddad (2010). Matriz de Insumo- Produto do Nordeste e Estados: Metodologia e Resultados, Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil.

Guilhoto, J.J.M. (2010), Matriz inter-regional de Insumo-Produto para o Brasil 2004 ,20 setores - SP e RBR. Núcleo de Economia Regional e Urbana da Universidade de São Paulo. FEA/USP.

Grubb, M., Karsten N. (2006) Allocation and Competitiveness in the EU Emissions Trading Scheme: Policy Overview Climate Policy, 6 (1). pp. 7-30

Hepburn, C., Grubb, M., Neuhoff, K., Matthes, F. and Maximilien, T. (2006) Auctioning of EU ETS phase II allowances: how and why?, Climate Policy, 6 (1). pp. 137-160

Hoffman, H.V. and Rogge, S.K., (2010) The impact of the EU ETS on the sectoral innovation system for power generation technologies – Findings for Germany, Energy Policy, Volume 38, Issue 12, December 2010, Pages 7639–7652

Jegou, I., Rubin L. (2011), The Allocation of Emission Allowances Free of Charge: Legal and Economic Considerations, Transition to a Low Carbon Future Series, Issue Paper No.18, International Centre for Trade and Sustainable Development, Geneva, August 2011

Krugman, P. (1994). Competitiveness: a dangerous obsession. Foreign affairs, March/April 1994, Volume 73, Number 2.

KQED News (2013), Governor's Budget Move on Cap-and-Trade Angers Environmentalists, 24 Maio 2013. Disponível em: http://blogs.kqed.org/newsfix/2013/05/23/98015/ Acessado em Novembro 2013

Lanzi, E., Mullaly, D., Chateau, J., Dellink, R. (2013), Addressing Competitiveness and Carbon Leakage Impacts Arising from Multiple Carbon Markets: A Modelling Assessment, OECD Environment Working Papers, No. 58, OECD Publishing. Disponível em: http://dx.doi.org/10.1787/5k40ggjj7z8v-en

Lopes, L., T. Ricci, R. Oliveira Santos, T. Borma Chagas, M. Galhano, L.F. de Freitas Penteado, M. Courrol, M. Fernández, M. Netto e C.E. Ludena. (2015). Estudos sobre Mercado de Carbono no Brasil: Análise Legal de Possíveis Modelos Regulatórios. Banco Interamericano de Desenvolvimento, Monografia No. 307, Washington DC.

Ludena, C.E., M. Netto e D. Ryfisch. (2015). Estudo sobre um potencial Mercado de Carbono no Estado de São Paulo. Banco Interamericano de Desenvolvimento, Monografia No. 310, Washington DC.

Macroplan (2012) Royalties do Petróleo e Desenvolvimento Municipal: Avaliação e Propostas de Melhoria, Junho 2012. Disponível em: http://macroplan.com.br/Documentos/EstudoMacroplan201282717367.pdf

Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação (2006) Primeiro Inventário Brasileiro de Emissões Antrópicas de Gases de Efeito Estufa - Relatórios de Referência - Emissões de Gases de Efeito Estufa nos Processos Industriais e por Uso de Solventes.

Ministério do Meio Ambiente (2014) Núcleo de Articulação Federativa para o Clima. Disponível em: http://www.mma.gov.br/clima/grupo-executivo-sobre-mudanca-do-clima/grupo-executivo-sobre- mudan%C3%A7as-clim%C3%A1ticas/item/9109 Acessado em Janeiro 2014

New York Times (2008), Money and Lobbyists Hurt European Efforts to Curb Gases, 10 Dezembro 2008. Disponível em: http://www.nytimes.com/2008/12/11/business/worldbusiness/11carbon.html. Acessado em Novembro 2013

OECD (2009), The Economics of Climate Change Mitigation: Policies and Options for Global Action Beyond 2012, OECD Publishing. http://dx.doi.org/10.1787/9789264073616-en

OECD (2012), OECD Environmental Outlook to 2050: The Consequences of Inaction, OECD Publishing. http://dx.doi.org/10.1787/9789264122246-en

Posner, E. A. and Weisbach, D. (2010) Climate Change Justice 69, Princeton, 2010
Ramseur, J.L., (2013), The Regional Greenhouse Gases Initiative: Lessons Learned and Issues for Policymakers, Congressional Research Service

Reinaud, J. (2008), Issues behind competitiveness and carbon leakage: Focus on heavy industry, IEA Information Paper, OECD Publishing

RGGI (2013a) RGGI Memorandum of Understanding, Section G(1), signed by participating state governors December 20, 2005. Disponível em: http://www.rggi.org/docs/mou_12_20_05.pdf

Sander, B., Nelissen, D., Koopman, M. (2013) Carbon leakage and the future of the EU ETS market. Impact of recent developments in the EU ETS on the list of sectors deemed to be exposed to carbon leakage. Delft, CE Delft, April 2013. Disponível em: http://www.cedelft.eu/art/uploads/CE_Delft_7917_Carbon_leakage_future_EU_ETS_market_Final.pdf

Stavins, Robert N. (1998) What Can We Learn from the Grand Policy Experiment? Lessons from SO2 Allowance Trading, Journal of Economic Perspectives, volume 12, issue 3, pages 69-88

SPE/MF (2013) Mecanismos Financeiros e Tributários para uma Economia de Baixo Carbono, Secretaria de Política Econômica, Ministério da Fazenda, Agosto 2013. Disponível em: http://www19.senado.gov.br/sdleg-getter/public/getDocument?docverid=2f586209-8d54-4ba3-ad16- cdea14fca104;1.1.

The California Oil and Gas Report (2013), Chamber Set To Appeal Ruling on Cap-and-Trade Auctions, 26 Novembro 2013. Disponível em: http://www.caloilgas.com/chamber-to-appeal-ruling/ Acessado em Dezembro 2013

Thomson Reuters Point Carbon (2011), Carbon Market Analyst North America, October 2011

Thomson Reuters Point Carbon (2013a), Carbon Market Monitor, February 2013

Thomson Reuters Point Carbon (2013b), Spring time for RGGI, Analyst Update, April 2013

Último Segundo (2013) Governo abre várias frentes para aprovar royalties para educação no Congresso, 03 de Junho de 2013. Disponível em: http://ultimosegundo.ig.com.br/educacao/2013-06-03/governo-abre-varias-frentes-para-aprovar-royalties-para-educacao-no-congresso.html Acessado em Janeiro 2014

Wiener, J.B. (2007) Think Globally, Act Globally: The Limits of Local Climate Policies, 155 University of Pennsylvania Law Review 101-119. Disponível em: http://scholarship.law.duke.edu/faculty_scholarship/1623

Wills, W. (2013), GHG Mitigation Studies and Climate Policies in Brazil: The Necessity of a New Approach. In: XV Brazilian Energy Congress - CBE, 2013, Rio de Janeiro

Wooders, P., Cosbey, A. and Stephenson, J. (2009), Border Carbon Adjustment and Free Allowances: Responding to Competitiveness and Leakage, OECD Round Table on Sustainable Development, Singapore, July 2009

BM&FBOVESPA
A Nova Bolsa

BID