

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE ECONOMIA  
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO  
MBA EM FINANÇAS E GESTÃO DE RISCO

## **Instrumentos Financeiros e Gestão de Risco no Mercado de Carbono**

Neil Nikhil Chandavarkar  
Matrícula nº: 109182779

**ORIENTADOR:** Prof. Manuel Alcino Ribeiro da Fonseca

MAIO 2011

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE ECONOMIA  
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO  
MBA EM FINANÇAS E GESTÃO DE RISCO

## **Instrumentos Financeiros e Gestão de Risco no Mercado de Carbono**

---

Neil Nikhil Chandavarkar  
Matrícula n°: 109182779

ORIENTADOR: Prof. Manuel Alcino Ribeiro da Fonseca

MAIO 2011

*As opiniões expressas neste trabalho são de exclusiva responsabilidade do(a) autor(a)*

## **AGRADECIMENTOS**

Aos meus pais, Marilda e Nikhil, por vinte e cinco anos de paciência e motivação

## RESUMO

Foi estimado que o homem lança mais de 35,5 bilhões de toneladas de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) por ano na atmosfera.<sup>1</sup> As emissões de CO<sub>2</sub>, o gás de efeito estufa (GEE) mais onipresente no meio ambiente, assim como as de outros GEE's como metano (CH<sub>4</sub>) e sulfóxido (SO<sub>2</sub>), geram externalidades negativas para toda a humanidade; enquanto uma parcela pequena de países contribuem desproporcionalmente ao agravamento deste problema.<sup>2</sup>

O mercado de carbono envolve a compra e venda de direitos de emissão de CO<sub>2</sub> para satisfazer metas de redução, sejam elas obrigatórias ou voluntárias. São realizadas transações entre agentes econômicos do mundo desenvolvido e em desenvolvimento, com aqueles transferindo recursos financeiros a estes em troca de reduções certificadas de emissões (RCE). Dessa forma, o mercado de CO<sub>2</sub> permite que os países desenvolvidos possam compensar a comunidade internacional pela poluição, e facilitar a redução de emissões nos países em desenvolvimento. Trata-se de uma fonte de financiamento para permitir que estes possam desenvolver de forma sustentável. Hodiernamente, não há um mercado de carbono mundial, com normas ou pontos de vista unificados quanto à abordagem do aquecimento global, que facilitem transações através das praças financeiras (*cross-trading*).

---

<sup>1</sup> BM&F Bovespa (<http://www.bmfbovespa.com.br/pt-br/mercados/mercado-de-carbono/mercado-de-carbono.aspx?idioma=pt-br>)

<sup>2</sup> UNFCCC ([UNFCCC Greenhouse Gas Inventory Data - Detailed data by Party](#))

## SÍMBOLOS, ABREVIATURAS, SIGLAS E CONVENÇÕES

APT	Arbitrage Pricing Theory
CAPM	Capital Asset Pricing Model
CAR	Climate Action Reserve
CCX	Chicago Climate Exchange
CIE	Comércio Internacional de Emissões
ECX	European Climate Exchange
ETN	Exchange Trade Note
EU-ETS	European Union Emissions Trading System
GEE	Gases de Efeito Estufa
IPCC	Painel Inter-governamental sobre as Mudanças Climáticas
JI	Atuação Conjunta (Joint Implementation)
MDL	Mecanismo de Desenvolvimento Limpo
ONU	Organização das Nações Unidas
RCE	Redução Certificada de Emissões
RCLE-UE	Regime Comunitário de Licenças de Emissão da União Europeia
GGGI	Regional Greenhouse Gas Initiative
RMPA	Autêntico, Mensurável, Permanente, Agregado
TMA	Taxa Mínima de Atratividade
UE	União Europeia
UNCED	Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento
UNFCCC	Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças do Clima
WCI	Western Climate Initiative
VCS	Voluntary Carbon Standard

## ÍNDICE

<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>8</b>
<b>CAPÍTULO I - O MERCADO DE CARBONO .....</b>	<b>10</b>
I.1 - CONCEITOS BÁSICOS .....	10
I.2. - Mecanismos do Mercado de Carbono.....	10
<i>I.2.1. - Mecanismo de Desenvolvimento Limpo.....</i>	<i>12</i>
<i>I.2.2. - Mecanismo de Atuação Conjunta .....</i>	<i>12</i>
<i>I.2.3. - Mecanismo de Comércio Internacional de Emissões .....</i>	<i>13</i>
I.3.- Mercado Europeu.....	13
I.4 - Mercado Americano .....	14
I.5. - Críticas.....	15
<b>CAPÍTULO II - INSTRUMENTOS FINANCEIROS .....</b>	<b>18</b>
II.1 - CONCEITOS BÁSICOS .....	18
<i>II.1.1 - Payback .....</i>	<i>19</i>
<i>II.1.2 - Valor Presente Líquido.....</i>	<i>19</i>
<i>II.1.3 - Custo-Benefício.....</i>	<i>21</i>
<b>CAPÍTULO III - GESTÃO DE RISCO NO MERCADO DE CARBONO.....</b>	<b>23</b>
II.1 - CONCEITOS BÁSICOS .....	23
II.2 - MEDINDO O RISCO EM DERIVATIVOS DE PROJETOS DE CARBONO .....	24
<i>II.2.1 - Ativo 'Benchmark' de Carbono .....</i>	<i>24</i>
<i>II.2.2 -Análise da' performance' do ativo benchmark.....</i>	<i>25</i>
<b>CAPÍTULO IV - EVOLUÇÃO FUTURA DO VALOR DO CARBONO .....</b>	<b>31</b>
IV.4.1 CONCEITOS BÁSICOS: CONTRATOS FUTUROS - .....	31
IV.4.2 - IMPACTO DO CRESCIMENTO NAS EMISSÕES DE CO <sub>2</sub> : A CURVA AMBIENTAL DE KUZNETS .....	32
IV.4.3 - PRINCÍPIOS PARA INVESTIR NO MERCADO DE CARBONO .....	36
<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>38</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>39</b>

## INTRODUÇÃO

Historicamente, acreditava-se que havia um *trade-off* entre o desenvolvimento econômico e medidas de proteção sócio-ambientais, sugerindo que não haviam formas de implementar amplamente quaisquer medidas de proteção sócio-ambientais sem sacrificar ao crescimento econômico. Esta preocupação foi ampliada com a publicação da obra “Limites do Crescimento,” elaborada em 1972 por pesquisadores do Clube de Roma, na qual foi estabelecido que, dado os níveis até então vigentes de industrialização, produção, poluição e degradação ambiental, o limite do crescimento da civilização seria atingido em no máximo cem anos.<sup>3</sup> O crescimento econômico tem sido de fato associado a um aumento no consumo de energia, e portanto, às emissões de CO<sub>2</sub> per capita. Segundo o economista Nicholas Stern, nos 163 países examinados entre 1960 e 1999, a correlação entre as emissões de CO<sub>2</sub> per capita e o PIB per capita foi aproximadamente 0,9.<sup>4</sup>

O conceito de sustentabilidade, ou desenvolvimento sustentável, no qual o crescimento assim como o desenvolvimento econômico estão aliados a medidas de proteção socio-ambientais, surgiu de processos e eventos que tiveram sua gênese nos anos sessenta. No mesmo ano em que foi publicado “Limites do Crescimento”, a Organização das Nações Unidas (ONU) organizou a Conferência sobre o Meio Ambiente em Estocolmo para trazer à luz a importância da preservação ambiental. Em 1987, o relatório Brundtland definiu o conceito de desenvolvimento sustentável como “o desenvolvimento que atende às necessidades do presente, sem comprometer a habilidade de futuras gerações a atenderem às suas necessidades” quanto aos seus direitos sócio-ambientais, conforme exposto na Declaração Universal dos Direitos do Homem, elaborado pela ONU em 1948.<sup>5</sup> Trata-se da divisão do desenvolvimento em três vertentes a serem conciliadas e promovidas concomitantemente: o econômico, o social e o ambiental, conforme ilustrado na Figura 1.

---

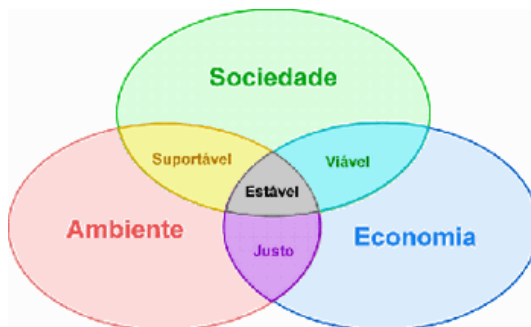
<sup>3</sup> The Limits to Growth. Meadows et al, Club of Rome: 1972 (<http://www.sustainer.org/pubs/limitstogrowth.pdf>)

<sup>4</sup> Stern, p. 205

<sup>5</sup> Universal Declaration of Human Rights (<http://www.un.org/en/documents/udhr/index.shtml>)



**Figura 1: Diagrama Venn do Desenvolvimento Sustentável**



Fonte: MEC (<http://portaldoprofessor.mec.gov.br/fichaTecnicaAula.html?aula=25764>)

O conceito de desenvolvimento sustentável foi reforçado e aceito oficialmente a nível internacional na Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento (UNCED) no Rio de Janeiro em 1992. Nessa conferência, as metas globais do desenvolvimento sustentável foram elaboradas em quarenta capítulos na Agenda 21 da Conferência.<sup>6</sup> Também em 1992, foi introduzida a Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças do Clima (UNFCCC)<sup>7</sup>, uma organização de tratado que serve como um fórum internacional para debater questões e lançar medidas relativas às mudanças climáticas. O UNFCCC tem como base as articulações do Painel Inter-Governamental sobre Mudanças do Clima (IPCC), estabelecido em 1988 para compilar dados científicos relevantes à mudança climática tais como as emissões de GEE's e os seus efeitos. Foi a partir desses desdobramentos que os conceitos de financiamento para o desenvolvimento e de sustentabilidade começaram a somar forças.

O trabalho está organizado em cinco partes. O Capítulo 1 oferece uma explicação concisa dos diversos aspectos do mercado de carbono; o Capítulo 2 expõe os principais instrumentos financeiros utilizados na análise de projetos; o Capítulo 3 trata da gestão de risco no mercado, comparando um título de dívida não-lastreado a alguns dos principais índices de bolsas internacionais; e o Capítulo 4 aborda o tema da evolução futura do valor de CO<sub>2</sub>, incluindo uma expectativa do ponto de vista europeu quanto aos contratos futuros, e uma análise da curva ambiental de Kuznets. A conclusão oferece algumas reflexões a respeito do estado atual do mercado e as suas possibilidades futuras no que tange à agregação de valor e à

<sup>6</sup> Chandavarkar, p. 4

<sup>7</sup> UNFCCC([http://unfccc.int/essential\\_background/items/2877.php](http://unfccc.int/essential_background/items/2877.php))

volição política necessária para lidar com um problema que tem frustrado governos, entidades multilaterais e membros da sociedade civil internacional nas últimas quatro décadas.

## **CAPÍTULO I – O Mercado de Carbono**

### ***1.1 - Conceitos Básicos***

O mercado de carbono foi concebido durante os debates multilaterais que resultaram no Protocolo de Quioto (1997) para o UNFCCC, que surgiu como uma forma de mitigar e combater as mudanças climáticas através de incentivos econômicos. Entre os signatários, os países desenvolvidos foram agrupados no Anexo I, e os países em desenvolvimento no Anexo II do protocolo. Este estabelece que os países do Anexo I se comprometam não só a cortar emissões de GEE's abaixo de níveis fixados, mas também a promover a sustentabilidade em cada instância que puderem, auxiliando aos países do Anexo II a direcionarem os seus planos de desenvolvimento para o mesmo objetivo. Partindo dos conceitos estabelecidos no Protocolo, foram estabelecidos vários mercados nacionais e regionais fora do âmbito regulador da ONU, alguns dos quais serão analisados mais adiante.

### ***1.2 – Mecanismos do Mercado de Carbono***

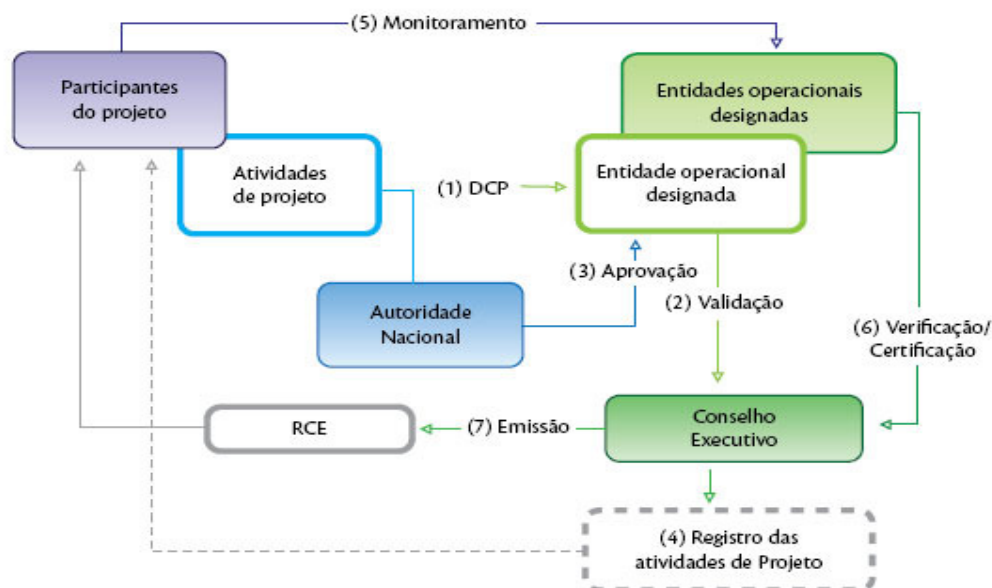
Os três principais mecanismos articulados no Protocolo de Quioto como veículos desta iniciativa são o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), o mecanismo de Atuação Conjunta (JI) e o Comércio Internacional de Emissões (CIE).<sup>8</sup>

#### ***1.2.1 – Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL)***

No MDL, para cumprir as suas obrigações de controle de emissões, organizações poluidoras em países no Anexo I estão habilitadas a patrocinar projetos redutores de emissões em países no Anexo II, recebendo em troca uma Redução Certificada de Emissão (RCE), um crédito concedido por cada tonelada de CO<sub>2</sub> que deixou de ser emitida (crédito de carbono). Estes créditos podem ser usados para compensar emissões excessivas por parte do patrocinador do projeto, no que diz respeito às suas obrigações ambientais nacionais.

Após a aprovação do projeto pelo governo do país beneficiário, o processo é verificado por organizações terceiras credenciadas, e registrado na ONU, sendo vigorosamente monitorado ao longo de sua atividade. O fluxograma abaixo mostra as diferentes etapas dos projetos do MDL.

**Figura 2: Etapas dos Projetos MDL**



Fonte: FIESC. ([http://www2.fiescnet.com.br/web/pt/site\\_topo/mdl/info/etapas-fluxograma-de-projetos](http://www2.fiescnet.com.br/web/pt/site_topo/mdl/info/etapas-fluxograma-de-projetos))

O MDL é chancelado pela ONU, que apoiou a criação de um Fundo de Adaptação para financiar projetos de adaptação climática em países em desenvolvimento. Este fundo capta recursos com um imposto de 2% sobre os RCE's concedidos em projetos MDL, e também através de outras fontes, como doações dos Estados-membros. Segundo o conselho executivo do fundo, o valor exato de sua verba é difícil de estimar devido às incertezas quanto ao valor nominal dos RCE's.<sup>9</sup> Conquanto, segundo a agência de notícias Reuters, este fundo tinha captado o equivalente de 63 milhões de dólares até março de 2009.<sup>10</sup> Os projetos podem ser realizados em vários ramos de atividade como reflorestamento, energia renovável, aproveitamento de resíduos, transferência de tecnologia, técnicas agrícolas eficientes e outras atividades que visam reduzir as emissões de GEE's. Como exemplo de um projeto de compensação (*off-set*) de carbono, em Uganda, na África oriental, a montadora de automóveis Land Rover achou, com a ajuda do banco JP Morgan, uma solução criativa para compensar às emissões de seus carros na Inglaterra. A Land Rover financiou a compra e distribuição de milhares de fornos de cozinha que queimam 2/3 do carvão utilizado por fornos tradicionais de fogo aberto encontrados no país. O carvão que ficou de ser queimado foi contabilizado em um processo de monitoramento e valoração de ativos e passivos ambientais, gerando créditos

<sup>8</sup> Protocolo de Quioto ([http://unfccc.int/kyoto\\_protocol/items/2830.php](http://unfccc.int/kyoto_protocol/items/2830.php))

<sup>9</sup> Adaptation Fund Board, "Report of the Adaptation Fund Board", UNFCCC, November 20, 2008, page 6.

<sup>10</sup> Pete Harrison and Jan Strupczewski, "EU finance chiefs to tap industry for climate fund", *Reuters*, March 5, 2009.

de carbono para a empresa. Desta forma, a Land Rover pôde dizer que o processo de manufatura de um carro novo, assim como as primeiras 45 mil milhas (72.421km) navegadas eram ‘neutras de carbono’.<sup>11</sup> Este é um exemplo de um projeto com níveis múltiplos de rendimento. Além dos ganhos com a captação de carbono (nível de carbono), houve uma externalidade positiva para a empresa com o esverdeamento da marca – um processo de marketing que faz com que a sociedade reconheça a marca como sendo mais ‘verde’ do que a dos concorrentes, o que acaba acarretando uma vantagem competitiva devido à crescente conscientização dos consumidores. Exemplos como esse têm sido impulsionados pela demanda por parte dos próprios clientes de grandes empresas, exigindo que estas aumentem o seu compromisso com o meio ambiente.

### ***1.2.2. –Mecanismo de Atuação Conjunta (JI)***

No sistema de Atuação Conjunta, organizações em países desenvolvidos que tenham um custo de redução de emissões relativamente alto podem patrocinar projetos de abatimento de emissões antrópicas em outros países do Anexo I que tenham custos de implantação mais baixos. Este mecanismo é popular na União Européia, onde os países ocidentais investem muito em países emergentes do leste europeu. Adicionalmente, organizações que consigam diminuir as suas emissões abaixo dos limites estabelecidos também ganham créditos que podem ser comercializados no mercado internacional. Em alguns países como na Alemanha, empresas eficientes também recebem incentivos fiscais por implementar tecnologias mais ecológicas. Desta forma, as empresas nos países que conseguirem diminuir as suas emissões com menor custo irão fazê-lo, assim reduzindo a poluição com menos custo total para a sociedade a curto prazo, tendo estabelecido que a longo prazo, os benefícios de tal transição seriam indiscutíveis.<sup>12</sup>

### ***1.2.3 – Comércio Internacional de Emissões (CIE)***

O artigo 17 do Protocolo de Quioto dispõe sobre o Comércio Internacional de Emissões – um mecanismo de flexibilização que permite a negociação do excedente das metas de emissões entre os países.<sup>13</sup> Para que esse mecanismo gere reduções globais brutas, é imprescindível que as compras de créditos sejam lastreadas a atividades de redução de

---

<sup>11</sup> Kassenaar, Lisa. “Carbon Capitalists.” Bloomberg Markets: Jan. 2010, p.26

<sup>12</sup> Montgomery, W.D. “Markets in Licenses and Efficient Pollution Control Programs”. Journal of Economic Theory 5 (December 1972):395-418)

<sup>13</sup> UNFCCC - Protocolo de Quioto ([http://unfccc.int/kyoto\\_protocol/items/2830.php](http://unfccc.int/kyoto_protocol/items/2830.php))

emissões, de tal forma que um país não possa simplesmente comprar créditos sem reduzir as suas próprias emissões. O primeiro instrumento do CIE a ser regulado foi o Regime Comunitário de Licenças de Emissão da União Europeia (RCLE-UE).

### ***1.3. – Mercado Europeu***

O maior mercado de carbono é o European Union Emissions Trading System, ou EU-ETS. Este sistema cobre mais de 10 mil instalações que são coletivamente responsáveis por mais da metade das emissões de CO<sub>2</sub> e 40% das emissões de outros GEE's na União Europeia, com a imposição de limites de emissões aos países membros por tamanho populacional. Os emissores são obrigados a monitorar e relatar as suas emissões para com os seus respectivos governos nacionais, assim assegurando que essas emissões estejam dentro dos limites estabelecidos. Para resguardar contra efeitos sazonais, os créditos são concedidos em etapas com duração de vários anos. Quando uma etapa termina, os limites estabelecidos no mesmo são invalidados. A primeira etapa teve início em 2005 e foi até dezembro de 2007.<sup>14</sup>

No primeiro ano, foram transacionadas 362 milhões de toneladas de CO<sub>2</sub> por um valor total de 7,2 milhões de euros. O preço chegou a 30 euros por tonelada em abril de 2006, mas caiu nitidamente para 10 euros em maio do mesmo ano quando veio à luz que alguns países estavam estabelecendo limites excessivamente altos para as suas indústrias de tal forma que estas não tiveram sequer de diminuir as suas emissões. Com isso, o preço do carbono triplicou nos primeiros seis meses antes de perder valor completamente ao longo de 12 meses, indicando uma volatilidade altíssima e levando os críticos a questionarem a habilidade do mercado de carbono de incentivar a redução de emissões. A oferta excessiva de créditos durante a primeira etapa naturalmente pressionou o preço para baixo. Em março de 2007 o preço da tonelada já tinha caído para 1,2 euros. A queda continuou até que o preço chegara a 0,10 euros em setembro do mesmo ano.<sup>15</sup> Surpreendentemente, ao final do período foi revelado que as emissões na Europa de fato aumentaram 1,9%, com os governos sendo acusados pela sociedade civil de cederem à vontade das indústrias.<sup>16</sup> Segundo a ONG *Climate Action*

---

<sup>14</sup> Wagner, M.: Firms, the Framework Convention on Climate Change & the EU Emissions Trading System. Corporate Energy Management Strategies to Address Climate Change and GHG Emissions in the European Union. Lüneburg: Centre for Sustainability Management, 2004, p.12 [CSM Lüneburg](#)

<sup>15</sup> PointCarbon.28,February/2006.[http://www.pointcarbon.com/wimages/Carbon\\_2006\\_final\\_print.pdf](http://www.pointcarbon.com/wimages/Carbon_2006_final_print.pdf).)

<sup>16</sup> Point Carbon. "[Carbon2006marketsurvey](#)".28,February/2006.

*Network*, somente o Reino Unido e a Alemanha exigiram que as suas indústrias efetivamente reduzissem as emissões.<sup>17</sup>

A segunda fase iniciou-se em janeiro de 2008 e estará em vigor até dezembro de 2012. Foi permitida a inclusão limitada de créditos advindos do sistema MDL, porém somente uma parte das emissões totais pode ser compensada por via do MDL – uma resguarda contra possíveis irregularidades no mercado internacional. Os novos Planos Nacionais de Alocação prevêm um corte de emissões de 7%, ou 50 milhões de toneladas, em relação a 2005.<sup>18</sup> A partir de então, emissores que ultrapassem suas cotas de emissões podem comprar créditos de outros emissores dentro do sistema que não tenham alcançado seus limites, ou adquirí-los no mercado internacional.

Em outubro de 2008, a União Europeia aprovou a inclusão mandatória no sistema ETS de qualquer empresa de aviação que fora pousar em ou decolar de sólo europeu a partir de janeiro de 2012. Cerca de 4 mil empresas de aviação serão obrigadas a aderir aos limites estabelecidos. Com isso, está prevista um aumento na demanda por créditos de entre 10 e 12 milhões de toneladas de CO<sub>2</sub>. O mercado também espera que o ETS em breve tenha a participação das indústrias químicas e de transporte marítimo, e que mais países irão se envolver nesse mercado crescente. O número de bolsas que participão do mercado também tem previsão de aumentar, e o London Clearing House da bolsa de Londres espera poder oferecer instalações para o câmbio de emissões em balcões de câmbio *over-the-counter* (OTC).<sup>19</sup> Também está sendo planejada a centralização da concessão de limites para tomar o lugar das cotas nacionais, assim como leilões para distribuir 60% dos créditos, tomando espaço do sistema das alocações nacionais e assim evitando escândalos semelhantes ao da primeira fase.<sup>20</sup> É provável que estas medidas exercam uma pressão altista no preço de carbono na Europa e internacionalmente.

---

<sup>17</sup> [NAPsReport Summary](#) Climate Action Network, 2006.

<sup>18</sup> EU Europa: [Emissions trading: Commission decides on first set of national allocation plans for the 2008-2012 trading period](#) November 2006

<sup>19</sup> Hill, Jennings, Vanezi. The Emissions Trading Market: Risks and Challenges. UK Financial Services Authority, 2008

<sup>20</sup> Communication from the Commission to the Council, the European Parliament, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions, Brussels, 10 October 2007. [Limiting global climate change to 2 degrees Celsius - The way ahead for 2020 and beyond](#),

#### *1.4. – Mercado Americano*

Embora os Estados Unidos não tenha assinado o Protocolo de Quioto, existe lá um mercado de carbono voluntário, denominado Voluntary Carbon Standard (VCS) ou Padrão de Carbono Voluntário. O VCS visa limitar as emissões e a comercialização de créditos de carbono, com vários mecanismos e mercados regionais. Porém, existem alguns regimes mandatórios que colocam um teto nas emissões, para que elas depois sejam comercializadas. Um dos mais importantes é o Regional Greenhouse Gas Initiative (RGGI) – um acordo entre 10 estados do Leste do país. Através do RGGI, os estados participantes estabelecem limites para emissões de acordo com o número de habitantes, comercializando créditos excedentes em leilões entre eles. A receita advinda desse processo, que atualmente soma mais de 860 milhões de dólares, é investida em projetos de eficiência energética, energia renovável, e tecnologias menos poluentes.<sup>21</sup> Outro sistema importante nos EUA é o Western Climate Initiative (WCI) que inclui sete estados ocidentais e quatro províncias canadenses. O WCI tem como objetivo diminuir as emissões nessa região por 15% até 2020. Padrões de qualidade para projetos de redução de emissões no mercado americano são estabelecidos pelo Climate Action Reserve (CAR). Este programa verifica e monitora créditos de carbono advindos desses projetos junto ao California Climate Action Registry, estabelecido pelo governo da Califórnia em 2001 para calcular e divulgar o volume de emissões.<sup>22</sup>

O mercado como um todo vem crescendo rapidamente desde seu início. O valor total do mercado foi de 31 bilhões de dólares americanos em 2006, mais do que dobrando em 2007 para 64 bilhões. Em 2008 o valor agregado pulou para 126 bilhões, chegando a 136 bilhões em 2009.<sup>23</sup> Analistas da empresa de pesquisa Point Carbon preveem que o mercado de CO<sub>2</sub> crescerá do seu nível de US\$136 bilhões em 2009 para mais de US\$3 trilhões até 2020,<sup>24</sup> ano assinalado pela ONU e pela comunidade científica como data do ‘ponto sem retorno’ para o corte nas emissões atuais em até 80% para impedir um aumento catastrófico nas temperaturas mundiais.

---

<sup>21</sup> Regional Greenhouse Gas Initiative (<http://www.rggi.org/home>)

<sup>22</sup> Climate Action Reserve (<http://www.climateactionreserve.org/about-us/>)

<sup>23</sup> Barclay's Capital, Basics of Carbon Trading, 2010, p.2

<sup>24</sup> Point Carbon Annual Report 2010([http://www.pointcarbon.com/polopoly fs/1.1545246!Carbon%202010.pdf](http://www.pointcarbon.com/polopoly_fs/1.1545246!Carbon%202010.pdf))



### *1.5. – Críticas*

Uma crítica frequente da visão predominante sobre esse tema é de que o mercado de instrumentos de CO<sub>2</sub> representa “comércio de ar quente” (*hot air trade*) que permite a poluição contínua por parte dos países ricos enquanto os países pobres alienam seus ‘direitos de poluir’, em detrimento ao seu próprio desenvolvimento. Uma pergunta válida é se esquemas de limitação de emissões, seja através do tipo *cap-and-trade* ou através de estratégias de desenvolvimento limpo ou verde, podem levar a economias de baixo carbono. Segundo a analista Michelle Chan da ONG *Friends of the Earth*, a grande parte do mercado de carbono é atualmente controlado não por fábricas e indústrias poluidoras em países desenvolvidos, mas sim por bancos e investidores que transformam os créditos de carbono em seguros e outros produtos financeiros que lembram os ativos podres da crise hipotecária americana. Os críticos do mercado de carbono insistem que a única forma de garantir a queda maciça de emissões para reverter ou desacelerar o aquecimento global, são impostos pesados em cima de indústrias poluidoras e campanhas de conscientização para mudar os hábitos dos consumidores.<sup>25</sup> O argumento é que, se o mercado de carbono internacional for permitido a expandir aos níveis previstos, este poderá ser causa de outra bolha especulativa que possa causar danos e contágio sistêmico à economia mundial. De fato, quando se fala nos derivativos de carbono, o principal medo dos governos e da sociedade civil é que um mercado de carbono global e de natureza especulativa poderá dar início a outra crise financeira mundial semelhante à crise dos ativos *sub-prime* que se iniciou nos EUA no final de 2008.

Outra crítica severa é que o mercado de carbono simplesmente não corta emissões, e que a maioria dos projetos não atinge às comunidades mais vulneráveis em suas tentativas de maximizar lucro e minimizar custo. Porém, deve notar-se que o Fundo de Adaptação existe justamente para “desenvolver projetos e programas...[com] atenção especial dada por partidos elegíveis para as necessidades específicas das comunidades mais vulneráveis” ao fim de proporcionar impactos sociais maiores.<sup>26</sup> Entretanto, para os críticos dos projetos MDL e do mercado de carbono, os mesmos não passam de uma tentativa de contextualizar o problema dentro de um paradigma neoliberal<sup>27</sup>

---

<sup>25</sup> Bloomberg Markets, p. 30

<sup>26</sup> Adaptation Fund Board, "[Report of the Adaptation Fund Board](#)", UNFCCC, November 20, 2008, pg 6.

<sup>27</sup> Hällström, p. 92

## **CAPÍTULO II – Instrumentos Financeiros**

### **II.1 - Conceitos Básicos**

Um projeto de carbono de alta qualidade deverá ter quatro características: Autêntico, Mensurável, Permanente, Agregado (RMPA). As reduções especificadas no projeto devem ser verdadeiras e comprovadas, as emissões mensuráveis, e as reduções permanentes, sem ter seus efeitos diminuídos no tempo.<sup>28</sup> Para garantir o padrão de qualidade de um projeto, utilizam-se diversos instrumentos financeiros antes e durante o empreendimento.

O típico projeto de carbono, assim como os projetos de investimento em geral, utiliza quatro indicadores financeiros básicos, sendo eles: período de amortização, ou “*payback*”; análise de valor presente líquido (VPL); a taxa interna de retorno (TIR); e a análise de viabilidade econômica, ou custo-benefício do projeto.

#### ***II.1.1. – Payback***

O período de “*payback*,” ou o tempo necessário para que a receita acumulada do fluxo de caixa pague o investimento inicial, é um dos principais itens pelos quais os investidores em projetos de carbono se preocupam. A duração dos pagamentos varia dependendo da natureza do projeto. Os prazos são informais – geralmente de dois a cinco anos. Entretanto, os projetos com *payback* mais curto evidentemente serão de menos risco. A Tabela 1 exemplifica duas amortizações comparativas para dois projetos hipotéticos com a duração de quatro anos.

---

<sup>28</sup> Element Markets ([http://www.elementmarkets.com/buy\\_carbon\\_credits.html](http://www.elementmarkets.com/buy_carbon_credits.html))

**Tabela 1: Tabela de Amortização “Payback” para um Projeto de Carbono**

<b>Ano \$1.000</b>	<b>Ano 0</b>	<b>Ano 1</b>	<b>Ano 2</b>	<b>Ano 3</b>	<b>Ano 4</b>
<b>Projeto A</b>	(400)	300	110	67	0
<b>Acumulado</b>	(400)	(100)	10	77	
<b>Projeto B</b>	(400)	100	100	125	235
<b>Acumulado</b>	(400)	(300)	(200)	(75)	160

Fonte: Robert Kelly. “CDM Projects: The Financial Perspective”, UNDP. 2008

### ***II.1.2. - Valor Presente Líquido – VPL***

O valor presente líquido representa o valor de um ativo em que o somatório das receitas líquidas é descontado para o presente a uma taxa mínima de atratividade, que é considerada constante e igual ao retorno do melhor investimento alternativo. No Brasil, baseando-se na taxa selic, a TMA (Taxa Mínima de Atratividade) teria de ser por volta de 10% mais um fator referente ao risco estimado do projeto. O cálculo do VPL considera condições de mercado perfeitas e o comportamento racional dos partidos envolvidos.<sup>29</sup>

O VPL, diferentemente do *payback*, considera o valor do dinheiro no tempo. Um fluxo de caixa que demora muito tempo para desembolsar um retorno qualquer se torna uma opção menos valiosa. Mais sucintamente, o dinheiro hoje vale mais do que o dinheiro amanhã. É de suma importância que o VPL de qualquer empreendimento proposto seja positivo, indicando que o projeto seria viável. A fórmula do VPL segue abaixo:

<sup>29</sup> Pearson, p. 510

$$VPL = \sum_{t=1}^n \frac{FC_t}{(1+i)^t}$$

$$VPL_0 = FC_0 + FC_1/(1+i) + FC_2/(1+i)^2 + \dots + FC_T/(1+i)^T$$

Sendo que:

FC= fluxo de caixa no período

i= taxa de desconto

t= período (normalmente em anos: 1, 2, 3, ... etc.)

T= t no último período do exercício quando o ativo for esgotado

FC = B<sub>t</sub> – C<sub>t</sub>, ou benefício menos custo em tempo t

Fonte: Pearson, p. 79

A Tabela 2 abaixo demonstra um cálculo hipotético de VPL para dois projetos de carbono. Nota-se que o projeto A, embora tenha um valor presente superior ao projeto B nos primeiros 3 anos, possui maior taxa marginal decrescente de retorno e portanto um VPL inferior ao projeto B.

**Tabela 2: VPL em Projetos de Carbono**

\$1,000	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4
<b>Projeto A</b>	(400)	300	110	67	0
<b>Fator Desconto 10%</b>	1,00	0,909	0,826	0,751	0,683
<b>Valor Presente</b>	(400)	272,2	90,9	50,3	
<b>VPL=13,4</b>					
<b>Projeto B</b>	(400)	100	100	125	235
<b>Fator Desconto 10%</b>	1,00	0,909	0,826	0,751	0,683
<b>Valor Presente</b>	(400)	90,9	82,6	93,9	160,5
<b>VPL=27,9</b>					

Fonte: Robert Kelly. "CDM Projects: The Financial Perspective", 2008

Deve-se notar também o importante efeito da gestão ativa e eficiente na otimização do VPL. O VPL do projeto poderá vir a ser afetado por diversos acontecimentos como, por

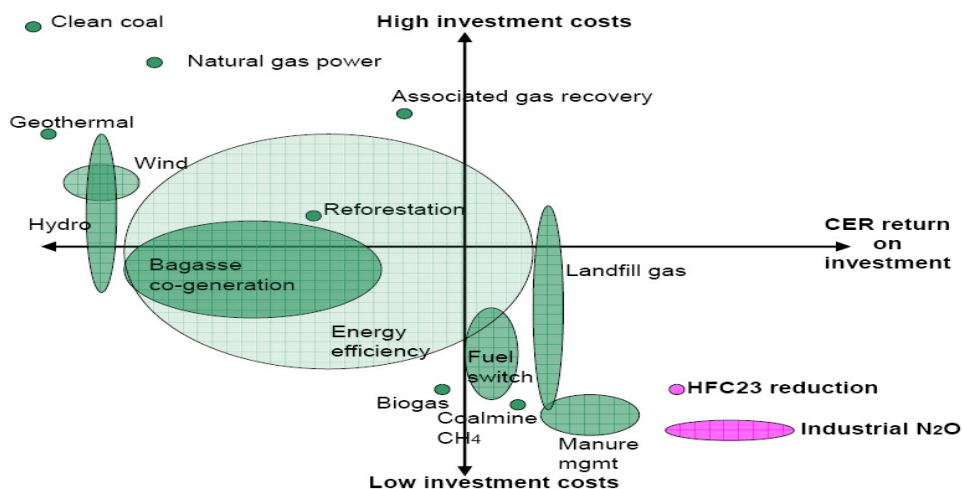
exemplo, atrasos, custos não esperados e gestão ineficiente. Essas incertezas abrem a porta para diversos cenários, cada um com um VPL e probabilidade de ocorrência específica que podem ser analisadas através de uma simulação Monte Carlo. Segundo a teoria de finanças, qualquer empreendimento com VPL positivo deveria ser realizado. Portanto, em muitos casos o capital disponível obriga os investidores a fazerem escolhas.<sup>30</sup>

### II.1.3 - Análise de Custo-Benefício: Retorno sobre Investimento – ROE

A análise de custo-benefício visa medir os ganhos do projeto, tomando em conta não somente a rentabilidade, mas também o custo de oportunidade de outras alternativas seguras de investimento não exercidas.<sup>31</sup>

A Figura 3 mostra o relacionamento entre custo e retorno de diversos tipos de projetos, medidos em RCE's. Evidentemente, os projetos com a melhor relação custo-retorno são os industriais de óxido nítrico (N<sub>2</sub>O) e os de hidrofluorcarbonetos 23 (HFC 23).

**Figura 3: Relação Custo-Retorno para Projetos do MDL**



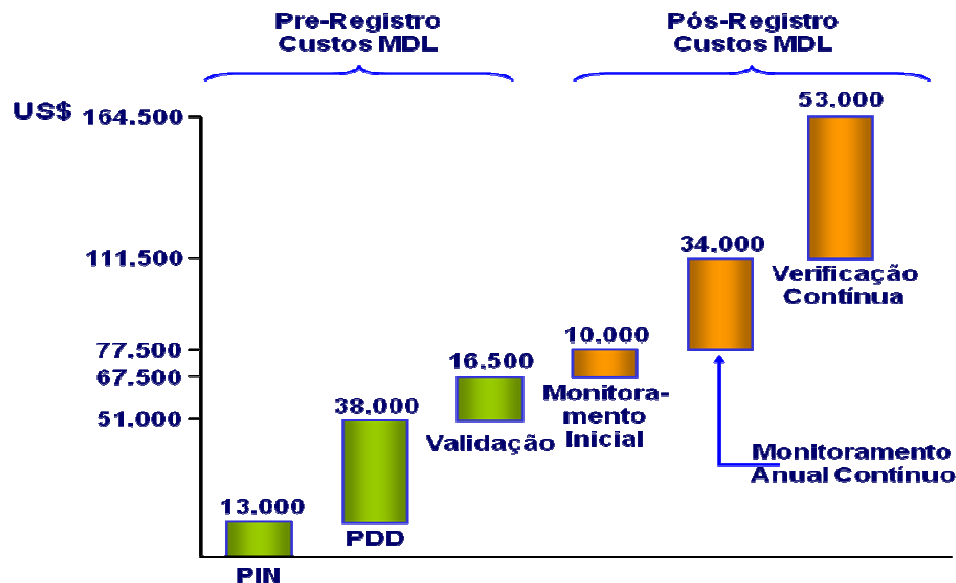
Fonte: Robert Kelly. "CDM Projects: The Financial Perspective", 2008

Como em qualquer empreendimento, a gestão de custos há de ser impecável para que qualquer projeto de carbono seja bem sucedido. Na Figura 4 abaixo vemos um gráfico dos custos típicos associados a projetos MDL.

<sup>30</sup> Mankiw, p. 176

<sup>31</sup> Mankiw, p. 251

**Figura 4: Perfil Indicativo de Custos para um Projeto de MDL “Típico”**



Fonte: Robert Kelly. "CDM Projects: The Financial Perspective", 2008

Conforme visto na Figura 4, o custo de um projeto MDL típico de 10 anos totaliza em média 164.500 dólares, sendo que os custos recorrentes são descontados a uma taxa anual de 3% sem contar os custos de registro e as taxas administrativas dos especialistas e consultores que acompanham tais projetos de perto. Também não está incluído a taxa de 2% do valor do projeto paga ao Fundo de Adaptação.<sup>32</sup> A verificação contínua é feita pelo órgão competente do governo no país sede do projeto. No Brasil, por decreto presidencial de 1999, essa função cabe à Comissão Interministerial de Mudança Global do Clima. A comissão é composta por 9 ministérios, sendo presidida pelo Ministério de Ciência e Tecnologia e vice-presidida pelo Ministério do Meio Ambiente.<sup>33</sup> PIN e PDD são as siglas para Project Idea Note (Nota de Ideia do Projeto) e Project Design Document (Documento de Desenho do Projeto), respectivamente.

<sup>32</sup> United Nations Framework Convention on Climate Change, "[Adaptation Fund](#)", United Nations Framework Convention on Climate Change website, 2008.

<sup>33</sup> José Minguez "Mudanças Climáticas e Créditos de Carbono". CETESB, SP. 15 de abril, 2004 ([http://homologa.ambiente.sp.gov.br/ea/cursos/Palestrantes/150404/Jose\\_Miguez.pdf](http://homologa.ambiente.sp.gov.br/ea/cursos/Palestrantes/150404/Jose_Miguez.pdf))

## **CAPÍTULO III – Gestão de Risco no Mercado de Carbono**

### **II.1 - Conceitos Básicos**

Quando compradores efetuam a compra de créditos de carbono em países estrangeiros, eles estão efetivamente assumindo uma série de riscos. Segundo a seguradora Zurich Insurance, o governo do país onde o projeto está sendo realizado pode impedir que os benefícios derivados dos créditos sejam repassados aos investidores, e eventos como violência política podem atrapalhar o andamento dos projetos. Também é necessário que o comprador dos créditos de carbono tenha certeza de que os projetos sejam completados. Para tal finalidade, o comprador pode contratar um seguro de crédito para se proteger tanto de riscos políticos quanto de riscos financeiros de inadimplência, caso o projeto venha a falir. Portanto, como este seguro pode proporcionar um impacto negativo na TIR, a natureza de risco do projeto tem de ser pré-determinada no estudo de viabilidade.<sup>34</sup> Segundo Hill, Jennings e Vanezi, “como o mercado é gerado politicamente, a qualidade dos mercados de câmbio de emissões é bastante dependente na qualidade e quantidade de informações disponíveis sobre as quantidades e os limites das emissões.”<sup>35</sup>

Outros fatores de risco a serem avaliados incluem o histórico de crédito dos executores do projeto, a experiência que os mesmos possuem no mercado, e o custo de financiamento no país do projeto. De fato, para mitigar os seus riscos, é necessário que o comprador analise não só os seus ganhos potenciais, mas aqueles dos realizadores do projeto também, só assim podendo determinar se o projeto seria viável e, portanto, seguro para ambas as partes.

### **II.2. - Medindo o Risco em Derivativos de Projetos de Carbono**

Desde a criação do mercado de carbono, um desafio para os intermediários financeiros tem sido tornar investimentos em projetos complexos e arriscados, muitas vezes localizados em países em desenvolvimento, acessíveis aos investidores pequenos ou investidores financeiros com carteiras diversificadas cujos interesses principais não se

---

<sup>34</sup> Political Risk Insurance: Carbon Credit Projects, p 1-3. Aug/2008

([http://www.pri-center.com/documents/zurich08\\_environment.pdf](http://www.pri-center.com/documents/zurich08_environment.pdf) pgs. 1-3)

<sup>35</sup> Hill, et al. p. 16-20

relacionam ao aspecto físico das transações de CO<sub>2</sub>, mas sim aos lucros que os mesmos podem lhes proporcionar. Este desafio se traduz na imperativa de juntar e empacotar projetos de carbono e de oferecê-los ao investidor na forma de derivativos.

Com os contratos futuros, empresas procuram fazer um “*hedge*” para se protegerem de altas ou baixas no preço de CO<sub>2</sub> que como já vimos, possui uma volatilidade significativa. Nos Estados Unidos, onde o mercado de carbono permanece voluntário, bancos como JP Morgan e Goldman Sachs já estão se preparando para uma eventual aprovação do projeto Lei de Energia Limpa (Clean Energy Bill) no Congresso. O tamanho do mercado de carbono nos EUA, se forem estabelecidos tetos de emissões, poderá variar entre 300 bilhões e 2 trilhões de dólares. De 2007 a 2008, a Crédit Suisse de Zurique juntou 20 projetos grandes de *offsets* de CO<sub>2</sub> que haviam financiado e os venderam na forma de seguros para seus clientes. A conversão dos 20 projetos grandes em milhares de seguros foi também uma maneira de dividir o risco entre um número grande de seus clientes.<sup>36</sup>

### **II. 2.1. - Ativo ‘Benchmark’ de Carbono**

Em 2008, o banco inglês Barclays Capital lançou como *benchmark* de valor para investimentos e instrumentos de carbono, o Barclays Capital Global Carbon Index Total Return (BGCITR), um índice ponderado que acompanha o desempenho dos planos de crédito de carbono mais líquidos no mercado.<sup>37</sup> O índice inclui o EU-ETS (88,26%) e o MDL (11,74%).<sup>38</sup> Estes pesos, que são variáveis, refletem o valor das transações do ano anterior e o valor antecipado para o próximo ano no European Carbon Exchange (ECX).

Após a criação do índice BGCITR, o Barclay’s lançou no dia 24 de junho de 2008, um instrumento baseado nele, uma obrigação não lastreada (*uncollateralized debt obligation*) comercializado como nota em bolsas (*exchange traded note*), o iPath Global Carbon ETN. O valor da nota tem variado no tempo junto com os ativos embutidos no índice (preços de CO<sub>2</sub> derivados do MDL e ETS). Como a maioria dos investidores não pode comprar créditos de carbono diretamente, este instrumento financeiro se apresenta como uma porta de entrada ao mercado, assim como uma maneira de introduzir o CO<sub>2</sub>

---

<sup>36</sup> .Bloomberg Markets, .p.37

<sup>37</sup> iPath Global Carbon ( <http://www.ipathetn.com/GRN-overview.jsp#Profile>)

<sup>38</sup> Pesos vigentes em 31/5/2011 ( <http://www.ipathetn.com/GRN-sector-weightings.jsp>)



numa carteira diversificada. O BGCITR reflete fielmente o movimento do nível de preços de carbono nestes dois mercados, o que é evidenciado pela correlação próxima de 0,91 com a nota derivada. Esse índice é usado internacionalmente como *benchmark* no mercado de carbono, inclusive por bancos brasileiros como o Itaú, que também oferece um instrumento de carbono aos seus clientes.<sup>39</sup> Seguindo a mesma linha, a BM&F Bovespa lançou, com conjunto com o BNDES, o Índice Carbono Eficiente (ECO2) em dezembro de 2010, composto por ações de empresas participantes do IBrX-50 que adotaram práticas transparentes em relação às suas emissões de GEE's.<sup>40</sup>

Foram lançadas 121.330 notas do Global Carbon ETN custando USD\$ 50 cada, com uma taxa administrativa anual de 0,75%. A capitalização total das variações no preço (valor diário indicativo multiplicado pela quantidade de notas no mercado) foi de \$3.637.473,00 em 7 de abril de 2011, observando o valor de \$32. A nota possui duração de trinta anos e assim terá maturidade em 24 de junho de 2038. O preço histórico de uma tonelada de CO<sub>2</sub> tem sido volátil assim como os de outras commodities. Podemos analisar, através de séries históricas, a volatilidade e, portanto, o risco do ativo.

## **II. 2.2. - Análise do desempenho do benchmark de carbono**

Dispomos para nossa análise de 686 observações diárias do valor da nota e do índice BGCITR no qual o mesmo é baseado, no período de 24/06/2008 a 7/04/2011. Analisaremos o desempenho comparativo através das estatísticas de volatilidade e do  $\beta$  (beta), que mede a contribuição do ativo para a variância dos retornos do mercado e, portanto, a sensibilidade do ativo ao risco não-diversificável do mercado. Usaremos como índices comparativos<sup>41</sup> o S&P 500 – indicador de rentabilidade das 500 maiores empresas na bolsa de Nova York (New York Stock Exchange - NYSE); a bolsa DAX da Alemanha; O London Stock Exchange (FTSE) de Londres; e o IbrX-50 de São Paulo. Segue abaixo a tabela das correlações entre o ETN e diversos índices:

<sup>39</sup> Fundoltau:Índice decarbono (<http://ww2.itaubr.com.br/socioambiental/responsabilidade/carbono/main.swf>).

<sup>40</sup> BM&F Bovespa(<http://www.bmfbovespa.com.br/indices/ResumoIndice.aspx?Indice=CO2&Idioma=pt-BR>)

<sup>41</sup> Dados Históricos (<http://finance.yahoo.com/q/hp?s=GSPC&a=05&b=24&c=2008&d=02&e=22&f=2011&q=d>)

**Tabela 3: Correlações do iPath Global Carbon ETN (até 31/03/2011)**

Barclays Capital Global Carbon Index Total Return™	0,91
S&P 500 Index	0,43
DAX	0,12
IbrX-50	-0,01
LTSE-100	-0,02

Fontes:

<http://www.ipathetn.com/GRN-overview.jsp#Returns;><http://finance.yahoo.com/q/hp?s=GSPC&a=05&b=24&c=2008&d=02&e=22&f=2011&g=d>

Para iniciar nossa análise, primeiramente obteremos diferenças logarítmicas (base  $e$ ) do preço no dia do ativo ETN e dos índices para calcular as rentabilidades desses ativos. O desvio padrão dessas diferenças serve como base de cálculo da volatilidade do ativo. Para encontrarmos a volatilidade anual do ativo, iremos multiplicar o desvio padrão pela raiz quadrada do número de dias úteis. O beta será calculado usando o método de regressão, ordenando os dos mais recentes aos mais antigos, e aplicando a fórmula a seguir:

$$\beta = \text{COVAR}(R_a, R_m) / \text{VAR}(R_m)$$

Nessa fórmula, a covariância das taxas de retorno ( $R_a$  do ativo e  $R_m$  do mercado) do ETN e do índice referenciado é dividida pela variância na taxa de retorno do índice para chegarmos ao beta, que representa o valor do coeficiente angular em uma regressão linear.

Podemos testar a confiabilidade do  $\beta$  através da estatística  $R^2$ , o coeficiente de determinação do grau pelo qual as variações de um ativo podem ser explicadas pelas variações no índice comparativo (significância estatística). A escala do  $R^2$  é de 0 a 1, sendo que um valor  $R^2$  mais próximo a 1 implica uma correlação mais forte, e consequentemente um  $\beta$  mais confiável. Seguem as saídas para o  $\beta$  e  $R^2$ :

**Tabela 4 :  $\beta$  e  $R^2$** 

ETN vs. S&P		ETN vs. IbrX-50	
$\beta$ eta=	0.24081569	$\beta$ eta =	-0.005839363
R2=	0.034717296	R2 =	3.07751E-05
ETN vs. DAX		ETN vs. LSE	
$\beta$ eta=	0.160491047	$\beta$ eta =	-0.024516828
R2=	0.01390951	R2 =	0.00027653

Uma vez calculado o  $\beta$ , podemos aplicá-lo na fórmula do Capital Asset Pricing Model (CAPM) para determinar a rentabilidade média do ativo ETN em relação a um dos índices. O CAPM é composto de uma taxa livre de risco ( $R_F$ ), o retorno esperado do mercado ( $E[R_M]$ ), o retorno esperado do ativo ( $E[R_i]$ ) e o  $\beta$ :

$$E[R_i] - R_F = \beta_i (E[R_M] - R_F)$$

Notamos que  $E[R_M] - R_F$  equivale ao prêmio de risco do mercado, e segundo o modelo, dado esse parâmetro, o prêmio de risco do ativo varia de modo proporcional ao  $\beta$ . Vale salientar que os resultados gerados pelo CAPM variam dependendo da periodicidade das taxas referenciadas e dos dados selecionados. Assim, um título pode ter uma relação risco-retorno superior ao do título do tesouro e do índice comparativo nos últimos 6 meses, e uma relação inferior quando se trata de um prazo mais longo, como é o caso do ETN. Os retornos do ETN e dos índices comparativos estão exibidos na Tabela 5 a seguir:

**Tabela 5: Retornos (%) (até 31/3/2011)**

	1 m.	3 m.	YTD	1 a.	3 a.	5 a.	Desde Criação
BGCITR	11,30%	20,65%	20,65%	30,68%	-7,63%	n/d	-15,77%
ETN	11,47%	20,88%	20,88%	30,33%	n/d	n/d	-16,35%
S&P 500	0,04%	5,92%	1,15%	15,65%	2,35%	2,62%	n/d
IbrX-50	-2,26%	n/d	-11,35%	-3,90%	n/d	n/d	n/d
FTSE100	-2,11%	1,34%	-1,33%	12,20%	2,97%	4,19%	n/d
DAX	-1,25%	7,62%	3,61%	15,11%	1,77%	5,91%	n/d

Fontes: iPath Global Carbon (<http://www.ipathetn.com/GRN-overview.jsp#Returns>); <http://finance.yahoo.com>; Morning Star Index Return (<http://news.morningstar.com/index/indexreturn.html>)

Fica evidente pela tabela que os retornos do ETN foram vastamente superiores aos do S&P 500 no último ano – especialmente desde o início de 2011. O ETN teve retorno desde o início do ano (YTD) de 20,88%, em comparação com o retorno do S&P 500 de 1,15%. O retorno anual do S&P 500 foi de 15,65%, em quanto o Carbon ETN teve desempenho positivo de 26,99%. Entretanto, o retorno total do ETN desde sua criação apresentou perda de 16,35% em quanto o S&P 500 teve retorno positivo de 2,35% para um período correspondente. Isto se deve principalmente à alta volatilidade do ETN no primeiro ano das transações, quando o seu preço de mercado caiu de uma máxima de \$52,98 em 1/07/2008, para \$15,17 em 12/02/2009 – uma desvalorização de 71%.

Uma correlação de 0,43 entre o ETN e o S&P indica uma relação linear relativamente forte entre os dois indicadores. Estes dados demonstram, conforme explicitaremos mais

adiante, a importância do investidor entrar no mercado no momento certo. Entretanto, as vantagens de segurar um título verde como o Carbon ETN a longo prazo serão, em breve, esclarecidas.

O desvio padrão das rentabilidades do ETN foi de 0,025 e o do S&P 500 para o prazo selecionado foi de 0,019. A volatilidade anualizada da amostra do ETN foi de 0,4, enquanto a mesma estatística para o S&P 500 foi de 0,3 – valores bastante semelhantes. Além do ETN ter tido um resultado mais volátil do que os do S&P 500, o  $\beta$  em relação ao S&P 500 foi de 0,24. Este valor indica que o ETN e o S&P 500 não apresentam relação muito estreita, e que mais ou menos 24% da variância estatística do ativo não pode ser removida através da diversificação por causa da correlação do mesmo com outros ativos no índice. Conquanto, uma estatística  $R^2$  baixa de 0,03 sugere que a variabilidade futura entre os dois ativos não poderá ser adequadamente projetada pelo nosso modelo, e que a análise de outras variáveis se tornará necessária.<sup>42</sup> Embora o ativo e o índice tenham uma correlação razoável. Para entender esse fenômeno, faz-se necessário manter em vista o impacto limitado que o mercado voluntário de carbono nos Estados Unidos tem tido no balanço das empresas americanas, considerando as lacunas legislativas que persistem nesse aspecto.

O ativo ETN, como mostra a Tabela 5, possui uma relação inversa com o IbrX-50, embora muito baixa (próxima de zero). Essa relação se explica pelo fato do Brasil ser um país Anexo II do Protocolo de Quioto, ou ‘exportador’ de carbono. Assim, quando o preço internacional de CO<sub>2</sub> aumenta, é de se esperar que haja menor demanda por parte dos países do Anexo I por créditos dos países em transição para uma economia de mercado. Conquanto, aqueles irão preferir recorrer aos mercados regionais para satisfazer às suas demandas regulamentares.

Os betas em relação ao DAX e FTSE (0,16 e -0,025 respectivamente) também foram baixos, refletindo a volatilidade do preço de CO<sub>2</sub> perante as crises do ETS-EU resumidas anteriormente. Entretanto, o desempenho do ETN fora superior ao dos dois índices europeus durante todos os períodos analisados nos últimos três anos. A volatilidade do ETN foi marginalmente superior à dos europeus (de 0,018 e 0,018 respectivamente), porém com uma volatilidade anualizada maior do que a do DAX (0,29), e a do LTSE (0,27).

---

<sup>42</sup> Steel, R. G. D. and Torrie, J. H., *Principles and Procedures of Statistics*, New York: McGraw-Hill, 1960, pp.187, 287

É importante notarmos que como no caso do S&P 500, os retornos totais dos índices europeus, embora tenham sido modestos, tiveram desempenho mais estável e maior rentabilidade do que o ETN desde a criação deste. Aproveitamos mais uma vez para salientar a importância da periodicidade de compra de um ativo especulativo como o ETN. Para encontrarmos a rentabilidade média e a variância a partir dos betas gerados podemos utilizar o modelo CAPM, que irá comparar o ETN com cada índice de forma individual usando a regressão simples entre o ETN e cada um dos índices, e o modelo APT (Arbitrage Pricing Theory), que se utiliza da regressão múltipla do ativo com todos os índices de forma simultânea.<sup>43</sup> Comparemos esses resultados com os do modelo CAPM. O  $\beta$  representa o valor do inclinação em uma regressão linear;  $\alpha$  (alpha) é o intercepto e o  $e$  representa o erro estatístico (variável aleatória), conforme temos a seguir:

$$Y = \alpha + \beta x_i + e_i^{44}$$

Segue abaixo a fórmula de regressão múltipla usado no APT, considerando os quatro fatores, assim como os resultados:

$$Y = \alpha + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_3 x_3 + \beta_4 x_4 + e_i^{45}$$

#### Regressão APT

	Rent. Média	Variância
S&P500	0.0067	0.000611
IBRX-50	0.0005986	0.000633
DAX	4.78E-03	0.000624
LTSE	0.000125	0.000632

#### Regressões CAPM

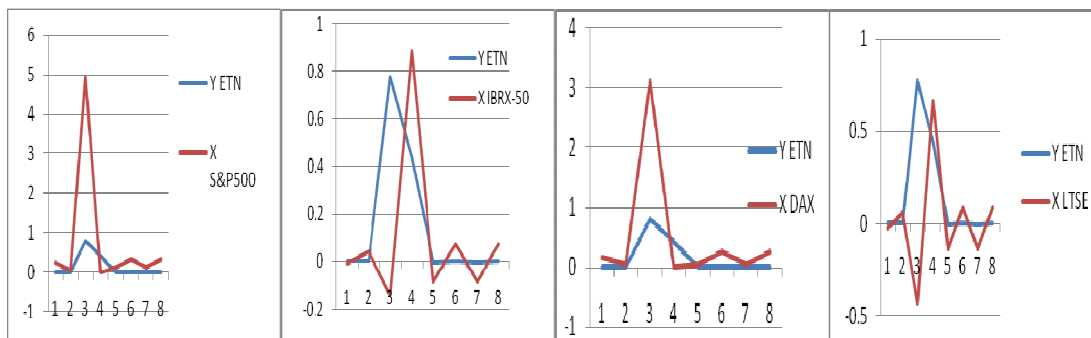
	Rent. Média	Variância
ETN	0.000745616	0.000604

<sup>43</sup> Ross, Stephen . "The arbitrage theory of capital asset pricing". *Journal of Economic Theory* 13 (3), 1976: 341–360.

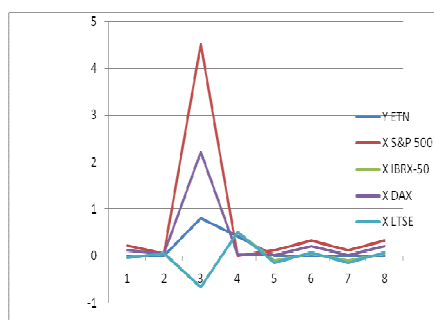
<sup>44</sup> Wonnacott, T.H., Wonnacott, R.J. *Regression: A Second Course in Statistics*. John Wiley & Sons, Inc. 1981

<sup>45</sup> Wonnacott, Wonnacott, p. 78

### Gráficos CAPM



### Gráfico APT






















Notamos que a rentabilidade média obtida através do modelo APT foi superior aos do CAPM, exceto o caso da regressão ETN-S&P 500, que apresentou a maior rentabilidade média total, o que já fora sugerido com a correlação mais alta entre o ETN e o S&P 500. As variâncias foram bastante parecidas em todos os casos. Entretanto, por avaliar apenas um índice, o CAPM efetivamente só considera um fator de risco, em quanto o APT pode contar, neste caso, com quatro fatores de risco diferentes.

## CAPÍTULO IV – Evolução Futura do Valor do Carbono

### IV. 4.1 Contratos Futuros

Devido às grandes dúvidas quanto ao futuro do mercado de carbono, especificamente o seu grau de compulsoriedade, só podemos especular quanto aos valores futuros. No entanto, como veremos, os preços de contratos futuros para entrega de CO<sub>2</sub> nos dão uma ideia razoável de como o mercado enxerga na atualidade a evolução futura do preço de CO<sub>2</sub>. Tomando em

**Figura 9: Valores de contratos futuros para quotas de carbono 23/03/2011**

Symbol	Contract	Month	Time	Last
 <a href="#">ECF 1H-ICE [10]</a>	ECX EUA CER EMISSIONS	Mar '11	13:24:33 EDT	16.42 y
 <a href="#">ECF 1M-ICE [10]</a>	ECX EUA CER EMISSIONS	Jun '11	13:24:33 EDT	16.60 y
 <a href="#">ECF 1U-ICE [10]</a>	ECX EUA CER EMISSIONS	Sep '11	13:24:33 EDT	16.78 y
 <a href="#">ECF 1Z-ICE [10]</a>	ECX EUA CER EMISSIONS	Dec '11	13:24:33 EDT	16.96 y
 <a href="#">ECF 2H-ICE [10]</a>	ECX EUA CER EMISSIONS	Mar '12	13:24:33 EDT	17.14 y
 <a href="#">ECF 2M-ICE [10]</a>	ECX EUA CER EMISSIONS	Jun '12	13:24:33 EDT	17.31 y
 <a href="#">ECF 2U-ICE [10]</a>	ECX EUA CER EMISSIONS	Sep '12	13:24:33 EDT	17.48 y
 <a href="#">ECF 2Z-ICE [10]</a>	ECX EUA CER EMISSIONS	Dec '12	13:24:33 EDT	17.65 y
 <a href="#">ECF 2Z31-ICE [10]</a>	ECX EUA CER EMISSIONS		12:50:53 EDT	15.88 s
 <a href="#">ECF 3H-ICE [10]</a>	ECX EUA CER EMISSIONS	Mar '13	13:24:33 EDT	17.85 y
 <a href="#">ECF 3M-ICE [10]</a>	ECX EUA CER EMISSIONS	Jun '13	13:24:33 EDT	18.64 y
 <a href="#">ECF 3Z-ICE [10]</a>	ECX EUA CER EMISSIONS	Dec '13	13:24:33 EDT	18.86 y
 <a href="#">ECF 4Z-ICE [10]</a>	ECX EUA CER EMISSIONS	Dec '14	13:24:33 EDT	19.86 y
 <a href="#">ECF 5Z-ICE [10]</a>	ECX EUA CER EMISSIONS	Dec '15	13:24:33 EDT	20.76 y
 <a href="#">ECF 6Z-ICE [10]</a>	ECX EUA CER EMISSIONS	Dec '16	13:24:33 EDT	21.66 y
 <a href="#">ECF 7Z-ICE [10]</a>	ECX EUA CER EMISSIONS	Dec '17	13:24:33 EDT	22.56 y
 <a href="#">ECF 18Z-ICE [10]</a>	ECX EUA CER EMISSIONS	Dec '18	13:24:33 EDT	23.46 y
 <a href="#">ECF 19Z-ICE [10]</a>	ECX EUA CER EMISSIONS	Dec '19	13:24:33 EDT	24.38 y
 <a href="#">ECF 20Z-ICE [10]</a>	ECX EUA CER EMISSIONS	Dec '20	13:24:33 EDT	25.33 y

Fonte: <http://www.quote.com/global/futures/quote.action?s=ECF-ICE>

conta a crescente urgência quanto ao combate às mudanças climáticas e as expectativas por parte dos investidores de longo prazo com respeito ao preço do CO<sub>2</sub> os seus derivativos são altistas, pois estes tendem a acreditar que cada vez mais os atores econômicos estarão sob pressão para limitar suas emissões de CO<sub>2</sub> e que portanto a demanda por quotas de emissão de CO<sub>2</sub> crescerá no tempo, justaposto a uma queda na oferta. Dados disponíveis sobre os contratos futuros de RCE's no European Climate Exchange mostram que o preço do CO<sub>2</sub> aumentará progressivamente nos próximos anos de €16.42 para o fim de março de 2011 ate €

25.33 para o final de dezembro de 2020 – um aumento de 56% em 9 anos. Isto, devido em grande parte ao compromisso da União Européia de cortar emissões de CO<sub>2</sub> por 20% até 2020. A curto prazo, o preço e portanto o rendimento de instrumentos de carbono são bastante voláteis e os custos de administração por derivativos como o ETN da Barclay's podem não ser recuperados. Mas a longo prazo, por exemplo, o ETN poderia ser muito rentável, se for realizado de fato no mercado *spot* o cenário dos contratos futuros. Conforme temos visto, uma oferta excessiva de créditos leva a um aumento do preço futuro em relação ao mercado *spot*. Em condições normais, quando a oferta de RCE's estiver alta no mercado, o preço futuro será superior ao preço *spot* – um fenômeno denominado *contango*. A medida que a oferta vai diminuindo, o *spot* aumenta progressivamente em relação ao preço futuro. Este último processo se chama *backwardation* <sup>46</sup>

As estimativas futuras para o mercado europeu, tomando em conta as regulações vigentes e um esperado aumento das mesmas, se contrastam de forma nítida com as incertezas do mercado nos Estados Unidos, após o fechamento do CCX em 2010. Em quanto é cogitada uma nova bolsa “verde” localizada na Califórnia, a aprovação no Congresso americano de políticas públicas para incentivar este comércio torna-se essencial para que o mesmo seja bem sucedido a longo prazo.

#### ***IV. 4.2 O impacto do crescimento nas emissões de CO<sub>2</sub>: a curva ambiental de Kuznets***

Examinaremos brevemente a literatura referente à chamada curva de Kuznetz ambiental, segundo a qual, no decorrer de seu desenvolvimento, uma economia passaria primeiro por uma fase de alta poluição (ou emissões) por unidade de PIB para depois progressivamente passar a uma fase de menor poluição por unidade de PIB. Esta relação é caracterizada por um uma função “u-invertido”. A lógica do economista Simon Kuznetz, vencedor do Prêmio Nobel para Economia em 1971, foi de que países ricos, justamente por dispor dos meios para fazê-lo, tendem a aumentar os seus gastos sociais a medida que vão aumentando sua renda nacional. Este argumento foi retomado mais recentemente por outros pesquisadores e aplicado a gastos de preservação ambiental. Os mesmos alegam que há uma elasticidade de renda quando se trata de melhorias ambientais, além de mudanças estruturais na economia.<sup>47</sup> As conclusões da literatura sobre a curva Kuznetz ambiental, baseada em dados históricos, não é contundente nem inequívoco. A Figura 10 demonstra a lógica da curva

<sup>46</sup> Suni, Paavo. “Commodity Futures Prices as Predictors of Spot Prices”, Suhdanne 2006/2

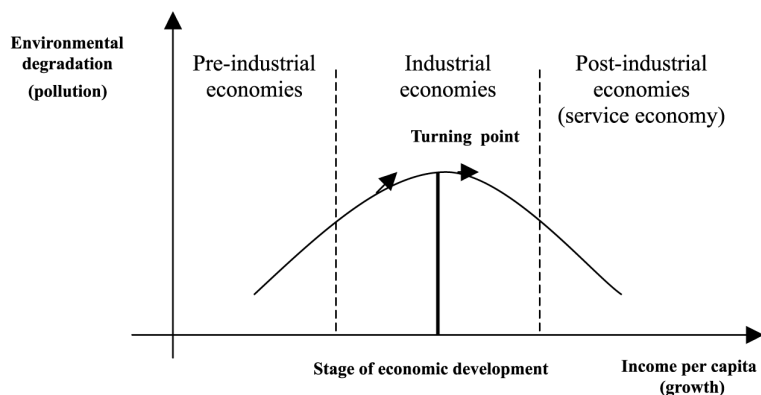
[http://www.efla.fi/files/1659\\_SUH\\_06\\_2\\_commodity\\_futures\\_prices\\_as\\_predictors\\_of\\_future\\_spot\\_prices.pdf](http://www.efla.fi/files/1659_SUH_06_2_commodity_futures_prices_as_predictors_of_future_spot_prices.pdf)

<sup>47</sup> Stern, p. 216



em que as emissões, representadas pelo grau de poluição, aumentam durante o processo de industrialização, chegando a seu ápice durante o período industrial de desenvolvimento e diminuindo a partir do momento em que o país passa a ter uma economia com base em serviços de valor agregado.

**Figura 10: Fases Teóricas da Curva Ambiental de Kuznets**

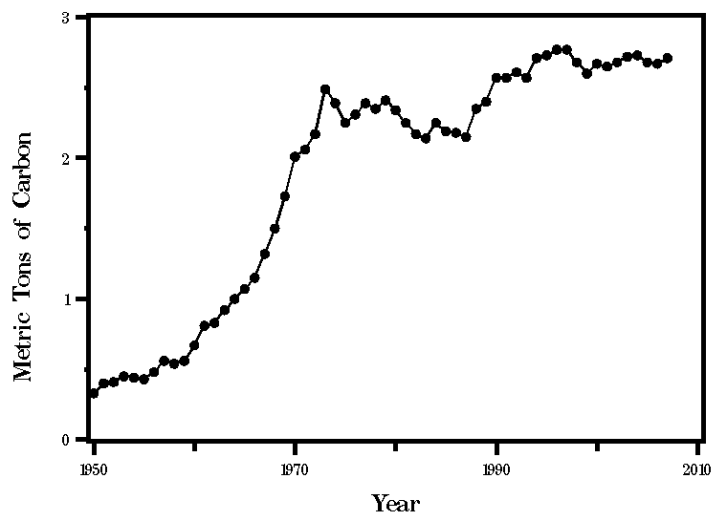


Source: Panayotou (1993)

De um lado, é verdade que as emissões por unidade de PIB diminuíram para outros elementos poluentes como o  $\text{SO}_x$ ,  $\text{NO}_2$ , e metais pesados no caso do Japão. Conquanto, como o  $\text{CO}_2$  é um gás inodoro e menos nocivo diretamente para a saúde humana apesar de ser nocivo para o clima, muitos países como os EUA não mobilizaram a vontade política necessária para introduzir tetos nacionais de emissão de  $\text{CO}_2$ . Ademais, o  $\text{CO}_2$  não fora identificado como poluente até a década de 80, dificultando a análise de dados históricos através das justificativas estabelecidas para a curva de Kuznets.<sup>48</sup>

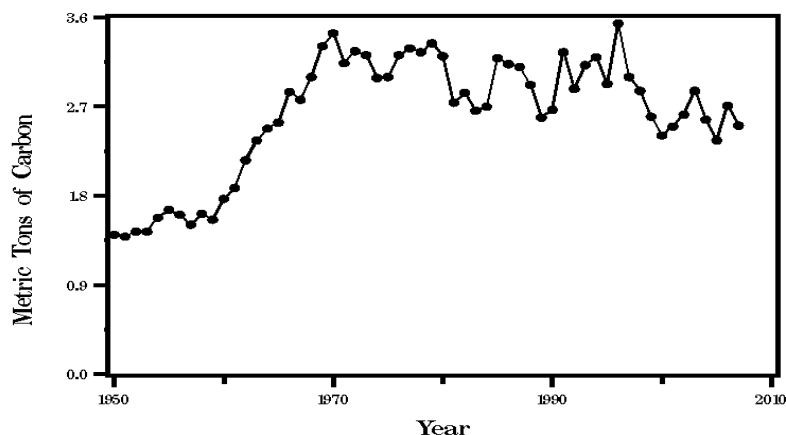
No caso específico do Japão, é interessante notar no gráfico abaixo que na pós-guerra de 1950 até 1970 as emissões anuais de  $\text{CO}_2$  por pessoa aumentaram vertiginosamente de 0.4 toneladas a 2.5 toneladas, com o crescimento econômico rápido. Entre 1970 e 1990, à medida em que o Japão passou a transferir a sua produção mais poluente para outros países asiáticos como a Coreia, depois sofrendo um período de estagnação econômica, as suas emissões de  $\text{CO}_2$  per capita diminuíram de 2.5 toneladas a 2.1 toneladas. Entre 1990 e 2010, com uma continuação da estagnação, as emissões de  $\text{CO}_2$  per capita variaram numa faixa ao redor de 2.5 toneladas.

<sup>48</sup> Stern, p. 216

**Figura 11: Emissões per capita de CO<sub>2</sub> no Japão no decorrer do tempo**

Fonte: Carbon Dioxide Information Analysis Center – CDIAC (<http://cdiac.ornl.gov/trends/emis/jap.html>)

O contraste apresentado pelo caso da Dinamarca é deveras interessante. A Dinamarca começa a época da pós-guerra em 1950 com emissões per capita de CO<sub>2</sub> da ordem de 1.4 toneladas per capita, expressivamente mais alto que as do Japão. Com a expansão econômica de 1950-1970 o nível de emissões per capita aumenta até 3.5 toneladas. Na década de 1970, inspirada pela Conferência de meioambiente de Estocolmo, como outros países nórdicos, a Dinamarca começa a aplicar políticas ambientais. Após a crise do petróleo de 1974, o país investe na energia renovável e na eficiência energética. As emissões de CO<sub>2</sub> per capita, por conseguinte, diminuíram para 2.5 toneladas, porém de maneira variável e não linear. Na década de 1990, com a expansão econômica, o nível de emissões per capita aumentou até atingir um apogeu de quase 3.6 toneladas em 2000. Desde a década de 2000, a Dinamarca vem incentivando o uso de energia renovável e o nível de emissões diminuiu para 2.5 toneladas por volta de 2008.

**Figura 12: Emissões per capita de CO2 na Dinamarca no decorrer do tempo**

Fonte: Carbon Dioxide Information Analysis Center – CDIAC (<http://cdiac.ornl.gov/trends/emis/jap.html>)

Esta análise breve do caso dinamarquês mostra que a tendência de longo prazo na Dinamarca, a pesar de um período de aumento de emissões renovado na década dos 1990, tem sido de uma transição a um crescimento com intensidade de carbono diminuído. O caso da Dinamarca sugere algo parecido com uma curva de Kuznetz, portanto com muita variação e sem ser uma curva lisa.

Por seu lado, o caso japonês mostra um aumento de emissões per capita de longo prazo, mas com uma diminuição de 1970-1990, como indicaria a curva de Kuznetz. A experiência japonesa pós 1990 com o crescimento renovado de emissões não se conforma com as previsões da teoria da curva ambiental.

Entretanto, se há de fato uma relação de “u-invertido” entre o desenvolvimento econômico e o nível de emissões, a probabilidade que ela se concretize antes das consequências catastróficas esperadas com o desdobramento do aquecimento global se manifestarem é nitidamente pequena, especialmente sem ter-se mudanças dramáticas no tratamento desta questão por todas as partes interessadas.<sup>49</sup> Ainda, segundo Neumayer, o ponto de renda em que as emissões de CO<sub>2</sub> diminuem, de acordo com esta linha de pensamento, está entre 55 e 90 mil dólares americanos per capita (quantias bastante superiores aos PIB’s per capita mais altos da atualidade).<sup>50</sup> Adicionalmente, um estudo feito por Schmalensee et al concluiu através da projeção de futuras emissões que o crescimento destas permanecerá positiva até 2050.<sup>51</sup> Até esta data, a população do mundo

<sup>49</sup> Stern, p. 216-217

<sup>50</sup> Neumayer, p. 33-40

<sup>51</sup> Schmalensee et al, 1998

poderá alcançar 9 bilhões de habitantes, mesmo tomando em conta a queda em fecundidade projetada pela Divisão Populacional da ONU. Este crescimento virá principalmente dos países em desenvolvimento e emergentes aonde temperaturas mais quentes irão aumentar o consumo de energia de forma progressiva.<sup>52</sup>

Desenvolver o mercado de carbono e encorajar investimentos em instrumentos de carbono – tanto primários quanto derivados – é o primeiro passo essencial para assignar um preço ao CO<sub>2</sub> e assegurar que este preço seja levado em consideração nas decisões da economia real de produção e consumo de bens e serviços. É importante salientar novamente que as duradouras reduções de emissão per capita a longo prazo dependem de políticas públicas eficazes e de um consumismo cada vez mais responsável.

#### ***IV.4.3. Princípios para investir no mercado de carbono***

Com base na discussão elaborada, já seria possível conceber de alguns princípios para orientar o investidor prospectivo no mercado de carbono. A maior parte do crescimento desse mercado ocorreu apenas a partir de 2005. É um mercado fragmentado, pois o ETS não aceita certificados regionais americanos, por exemplo, e aceita só uma pequena percentagem de créditos do MDL, por conta da preocupação com a validéz de projetos em países menos desenvolvidos, para satisfazer metas de redução de CO<sub>2</sub> na Europa. Esta fragmentação explica a diferença de preços por um crédito de carbono americano no mercado voluntário CCX em Chicago, uma tonelada européia no ECX em Londres e uma tonelada do MDL internacional. Num mercado internacional realmente integrado, a origem do crédito não deveria importar e o preço haveria de ser mais uniforme, reconhecendo talvez diferenças de qualidade e outras características, como é o caso de commodities como o petróleo. A esperança do setor financeiro é que esses mercados possam ser integrados de tal forma que um dia haverá um mercado integrado de carbono internacional, com um preço universal. Num cenário deste tipo, um comprador nos Estados Unidos desejando satisfazer uma meta de redução de carbono, poderia satisfazê-la comprando créditos gerados na Austrália ou em outros país; mas estamos, hodiernamente, ainda longe de tal mercado internacional. A falta de um consenso geral sobre um acordo sucessor ao Protocolo de Quioto na Conferência das Nações Unidas em Copenhagen em dezembro de 2009 também serviu para aumentar o grau de incerteza em relação ao futuro do mercado. Entretanto, esta monografia tem colocado que, como ramo

---

<sup>52</sup> Nações Unidas, 2005

de investimento, os instrumentos de carbono (créditos primários e derivados como notas de dívida vinculados ao índice de preço de carbono) apresentam não somente uma série de riscos a curto prazo devido às incertezas inerentes ao mercado mas também uma possibilidade de lucros interessante a médio e a longo prazo.

O mercado de carbono carece também de liquidez. Muitas das transações ocorrem *over-the-counter* (fora das bolsas) e um investidor num contrato de fornecimento de CO<sub>2</sub> haveria de procurar com esforço um comprador a quem revender o contrato. A revenda acarretaria custos de transação significativos e honorários de intermediários, inclusive para serviços legais e de registro. Mesmo quando uma instituição financeira converte os projetos primários em derivativos, há riscos como questões de transparência do projeto subjacente, parecidos com os problemas do mercado hipotecário *sub-prime*. No entanto, a securitização dos projetos de carbono e o desenvolvimento de instrumentos financeiros como os derivativos é um caminho importante para a criação de um mercado líquido e internacional promovedor de uma economia de baixo carbono, como explica a economista Blythe Masters, Diretora de Commodities do banco JP Morgan.<sup>53</sup> Visando evitar outro escândalo *sub-prime*, as questões de transparência serão tarefas importantes para a regulamentação do setor pelas autoridades financeiras e para a responsabilidade fiduciária e reputação das instituições que oferecerem os derivativos de carbono como o Global Carbon ETN da Barclay's.

A recomendação deste trabalho é que os instrumentos de carbono, principalmente derivativos de carbono como notas de dívida indexadas ao preço de CO<sub>2</sub> pertencem a princípio em carteiras com vocação ambiental ou verde, onde os clientes estão comprometidos com a melhora do meio ambiente. Incluir instrumentos de carbono com esta finalidade é parecido com a introdução na carteira de ações de empresas de energia renovável ou de reciclagem de resíduos. Cada vez mais o CO<sub>2</sub> é visto e tratado como um *commodity*, assim como o ouro ou o trigo, o que facilitará sobremaneira transações das quais o CO<sub>2</sub> é objeto. Para compensar a volatilidade do carbono a curto prazo, o investidor precisa ter além do afã do lucro, um comprometimento pessoal com o clima e o meio ambiente, pois instrumentos de CO<sub>2</sub> são de natureza abstrata. Ter tal compromisso permite que o investidor aguente melhor a volatilidade a curto prazo para se fixar na possibilidade de lucros a médio e longo prazo a medida que o mercado de CO<sub>2</sub> vá se desenvolvendo. O mercado espera um aumento a longo prazo a medida que os públicos e governos exigem

---

<sup>53</sup> Bloomberg Markets, p. 28

cada vez mais reduções no nível de emissões de carbono – seja através da legislação ou através de esquemas voluntários como no caso da aviação civil e do turismo a impacto de carbono zero na Costa Rica.

## **Conclusão**

Esta monografia conclui com um tom otimista tanto no campo de recomendar investimentos no mercado de carbono como nos seus impactos ambientais positivos a longo prazo. Não cabe dúvida de que o mercado de carbono, que cresceu já geométricamente desde o lançamento do Protocolo de Kyoto em 1997, continuará crescendo mesmo na ausência de um acordo sobre um protocolo vinculante sucessor ao Protocolo de Kyoto a nível internacional. Pois, a tendência é cada vez mais no sentido de iniciativas de regulamento de carbono a níveis regionais (ETS/EU), nacionais (Australia) e subnacionais (RGGI nos USA) na limitação de emissões de carbono e para o comércio de quotas de carbono. A descarbonização do crescimento econômico é possível, como mostra o caso da Dinamarca, e ocorrerá com maior facilidade na medida em que o CO<sub>2</sub> tiver um preço claro e nítido, acompanhado por políticas ambientais efetivas.

O mercado de CO<sub>2</sub> serve apenas como um dos veículos para promover um desenvolvimento sustentável global e ajudar as economias do mundo a construir um novo paradigma de produção responsável no século XXI. Este trabalho buscou explicar o funcionamento do mercado de carbono, tratar da gestão de risco no mercado e abordar o tema da evolução futura do valor de CO<sub>2</sub>

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Adaptation Fund Board, "[Report of the Adaptation Fund Board](#)", UNFCCC, November 20, 2008

Barclay's Capital, "Basics of Carbon Trading", 2010  
<<http://www.barcap.com/Client+offering/Global+Markets/Commodities/Emissions+Trading>>

BM&F BOVESPA, <<http://www.bmfbovespa.com.br/pt-br/mercados/mercado-de-carbono/mercado-de-carbono.aspx?idioma=pt-br>> acesso em 31 mar. 2011

Chandavarkar, Nikhil A. *Building the Green Economy: A Guide to the Practice of Sustainable Development*, New York: Thergon Books, 2008

Cleyzer, Adrian Cunha. CURVA DE KUZNETS AMBIENTAL ESTIMATIVA ECONOMÉTRICA USANDO CO2 E PIB PER CAPITA. Universidade Federal de Goiás, 2008.

Comunicado da Comissão para o Conselho, o Parlamento Europeu, the Comitê Econômico e Social Europeu e o Comitê das Regiões, "[Limiting global climate change to 2 degrees Celsius - The way ahead for 2020 and beyond](#)", Bruxellas, 10 de Outubro 2007

Divisão de População, 'World Population Prospects: the 2004 revision highlights', New York: Departamento de Assuntos Econômicos e Sociais das Nações Unidas, 2005

Hällström et. Al. Carbon Trading: Development Dialogue. Dag Hammarskjold Foundation No. 48, Sept. 2006.  
<[http://www.dhf.uu.se/pdffiler/cc7/cc7\\_web\\_low.pdf](http://www.dhf.uu.se/pdffiler/cc7/cc7_web_low.pdf)>

Harrison, Pete and Jan Strupczewski, "[EU finance chiefs to tap industry for climate fund](#)", *Reuters*, March 5, 2009.)

Hill J., Jennings T., Vanezi. The Emissions Trading Market, Risks and Challenges. London: Financial Services Authority, 2008

Kassenaar, Lisa. "Carbon Capitalists", New York: Bloomberg Markets, January 2010

Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change, (United Nations, 1998).

Mankiw, Gregory N. *Brief Principles of Macroeconomics 3<sup>rd</sup> Ed.*, New York: Thomson South-Western, 2004

Meadows et al. *The Limits to Growth*. Club of Rome, 1972.

Minguez, José, Palestra para o CETESB (SP), Ministério da Ciência e Tecnologia, 15 de abril de 2004  
<[http://homologa.ambiente.sp.gov.br/ea/cursos/Palestrantes/150404/Jose\\_Miguez.pdf](http://homologa.ambiente.sp.gov.br/ea/cursos/Palestrantes/150404/Jose_Miguez.pdf)>  
Neumayer, E., National carbon dioxide emissions: geography matters. *Area*, 36, 2004

Organização das Nações Unidas, Declaração Universal dos Direitos do Homem, 10 de dezembro 1948.  
<<http://www.un.org/en/documents/udhr/index.shtml>>



Pearson, Charles S. *Economics and the Global Environment*, New York: Cambridge University Press, 2000

Point Carbon.28,February/2006.[http://www.pointcarbon.com/wimages/Carbon\\_2006\\_final\\_print.pdf](http://www.pointcarbon.com/wimages/Carbon_2006_final_print.pdf).)

Point Carbon. "[Carbon2006marketsurvey](#)".28,February/2006.

PRI Center, <[http://www.pri-center.com/documents/zurich08\\_environment.pdf](http://www.pri-center.com/documents/zurich08_environment.pdf)>

Stern, Nicholas. *The Economics of Climate Change*, New York: Cambridge University Press, 2007

Steel, R. G. D. and Torrie, J. H., *Principles and Procedures of Statistics*, New York: McGraw-Hill, 1960

Suni, Paavo.“Commodity Futures Prices as Predictors of Spot Prices”, Suhdanne 2006/2  
<[http://www.etla.fi/files/1659\\_SUH\\_06\\_2\\_commodity\\_futures\\_prices\\_as\\_predictors\\_of\\_future\\_spot\\_prices.pdf](http://www.etla.fi/files/1659_SUH_06_2_commodity_futures_prices_as_predictors_of_future_spot_prices.pdf)

Wagner, M.: Firms, the Framework Convention on Climate Change & the EU Emissions Trading System. Corporate Energy Management Strategies to Address Climate Change and GHG Emissions in the European Union. Lüneburg: Centre for Sustainability Management, 2004, p.12 [CSM Lüneburg](#))

Wonnacott, T.H., Wonnacott, R.J. *Regression: A Second Course in Statistics*, New York: John Wiley & Sons, Inc, 1981

Fontes de Dados:

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) <<http://www.ipcc.ch/>>

iPath <<http://www.ipathetn.com/GRN-overview.jsp#Returns>> acesso em 28 de março 2011

Morning Star Index Return <<http://news.morningstar.com/index/indexreturn.html>> acesso em 8 de maio 2011

United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC) <<http://unfccc.int/2860.php>>

UNFCC <[UNFCCC Greenhouse Gas Inventory Data - Detailed data by Party](#)> acesso em 31 de março. 2011

Yahoo! Finanças <<http://br.finance.yahoo.com/q?s=GRN&q1=0>> acesso em 7 de abril 2011