

2 O Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL)

2.1 Introdução

Dentre os mecanismos estabelecidos pelo Protocolo de Quioto para auxiliar os países listados no seu Anexo B⁵ a cumprir com as suas respectivas metas de redução, o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo é o único que permite a participação dos países em desenvolvimento. De acordo com o MDL, os países do Anexo B que não conseguirem cumprir as suas metas internamente, poderão atingi-las financiando projetos que promovam a redução de emissões em outros países. Cabe ressaltar que o local de implantação destes projetos fica restrito ao território dos países que ratificaram o Protocolo de Quioto, porém, não pertencem ao Anexo B⁶.

Para que os fundamentos do MDL possam ser devidamente compreendidos, dois aspectos merecem ser destacados: o aspecto econômico e o ambiental. Sob o aspecto econômico, o MDL beneficia os países do Anexo B uma vez que possibilita a diminuição dos investimentos necessários para que estes países atinjam as suas metas de redução. Isso ocorre porque, dado o estado tecnológico menos avançado dos países em desenvolvimento, o custo marginal de redução nestes países pode ser inferior ao custo marginal de redução nos países industrializados. Em contrapartida, os países em desenvolvimento também se beneficiam economicamente do MDL, uma vez que os projetos implantados em seu território devem ter, obrigatoriamente, o objetivo de transferir tecnologia e/ou contribuir para o seu desenvolvimento sustentável [8].

⁵ Os países listados no Anexo B do Protocolo de Quioto são os mesmos países listados no Anexo I da CQNUMC que, por sua vez, ratificaram o referido protocolo.

⁶ Dentre os países que ratificaram o Protocolo de Quioto, os países em desenvolvimento formam o grupo de países que não pertencem ao Anexo B, ou seja, que não possuem metas quantitativas para reduzir as emissões de GEE.

Sob o aspecto ambiental argumenta-se que o MDL beneficia o meio ambiente promovendo o desenvolvimento de projetos que reduzem as emissões dos Gases de Efeito Estufa na atmosfera terrestre. Uma vez que a mudança climática é um problema global, entende-se que é indiferente para a solução do problema o local onde as emissões de GEE foram reduzidas [8]. Na prática, o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo é considerado fundamental para que sejam atingidos os objetivos da CQNUMC, não só por proporcionar a mitigação dos efeitos da mudança climática, mas também por promover o desenvolvimento sustentável⁷ dos países em desenvolvimento, local de implantação dos projetos MDL.

Desde 23 de Julho de 2002, data em que o Brasil ratificou o Protocolo de Quioto como parte Não-Anexo B, o país vem assumindo papel de destaque dentro do MDL. Atualmente, o Brasil se caracteriza por ser o segundo país no mundo em número de projetos desenvolvidos no âmbito deste mecanismo. Do total de 400 projetos registrados, 76 estão sendo desenvolvidos no Brasil, atrás apenas da Índia, que possui 120 projetos registrados [6]. A distribuição percentual dos projetos MDL registrados, de acordo com o seu país hospedeiro, se encontra ilustrada na Figura 2.1.

⁷ Entende-se que um projeto MDL contribui para o Desenvolvimento Sustentável de um determinado país quando o mesmo contribui para melhorar a qualidade de vida e as condições de saúde da população, diminui a pobreza, promove a transferência de tecnologias, produz um impacto positivo na balança comercial do país, reduz as emissões de GEE na atmosfera, e é capaz de preservar os recursos naturais e a biodiversidade do local onde foi implantado [8].

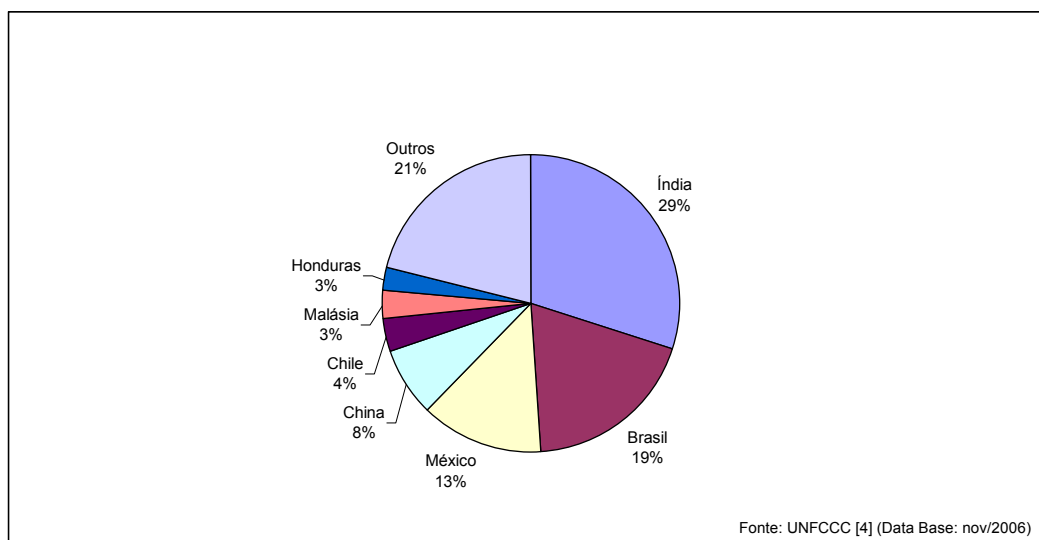


Figura 2.1 - Distribuição dos Projetos Registrados no Âmbito do MDL de acordo com o seu País Hospedeiro

Espera-se que a participação dos países hospedeiros seja voluntária no âmbito do MDL, sendo obrigatório que os mesmos tenham ratificado o Protocolo de Quioto. Além disso, espera-se que esses países dêem apoio institucional ao MDL estabelecendo mecanismos próprios para a aprovação dos seus projetos. Adicionalmente, espera-se que os projetos desenvolvidos estejam de acordo com qualquer requisito legal do país hospedeiro, promovendo o seu desenvolvimento sustentável e reduzindo as emissões dos GEE [8].

Com o objetivo de controlar a sua integridade ambiental, econômica e social, foi criada uma estrutura institucional encarregada de verificar o bom funcionamento do MDL. Os principais componentes dessa estrutura, assim como os seus principais objetivos e atribuições, serão o objeto de discussão da próxima seção.

2.2 Estrutura Institucional do MDL

Para que a implantação de um projeto MDL possa ser concluída com sucesso, ou seja, para que as emissões evitadas pela sua entrada em atividade possam ser devidamente quantificadas e certificadas, diversos agentes devem estar envolvidos no seu projeto de concepção. Neste contexto, os papéis desempenhados pela Autoridade Nacional Designada, pela Entidade Operacional Designada, e pelo Comitê Executivo do MDL merecem ser destacados.

Denomina-se por **Autoridade Nacional Designada** (AND) o órgão estabelecido por cada país Não-Anexo B com o objetivo de aprovar os projetos propostos no âmbito nacional. Além disso, cabe a AND atestar a voluntariedade das partes envolvidas na concepção do projeto e informar se o mesmo contribui para o desenvolvimento sustentável do país hospedeiro [8].

Cabe ressaltar que até Dezembro de 2004 sessenta e oito ANDs já haviam sido estabelecidas a nível mundial. No Brasil, em 7 de julho de 1999, ficou estabelecido por meio de Decreto Presidencial que a Comissão Interministerial de Mudança Global do Clima (CIMGC) assumiria este papel⁸ [3]. Ressalta-se que o objetivo brasileiro ao formar uma comissão interministerial foi representar adequadamente todos os setores de atividades descritos no Anexo A do Protocolo de Quioto⁹.

As **Entidades Operacionais Designadas** (EOD) são entidades credenciadas pelo Comitê Executivo e designadas pela Conferência das Partes, cujo objetivo é validar a atividade dos projetos MDL. Além disso, cabe à EOD verificar e certificar as reduções de emissões proporcionadas pela atividade do projeto [3][8]. Finalmente, o **Comitê Executivo** é o órgão encarregado de supervisionar o funcionamento do MDL, sendo o mesmo subordinado a autoridade da Conferência das Partes. Dentre as suas principais responsabilidades destaca-se a emissão das Reduções Certificadas de Emissões, bem como o estabelecimento e aperfeiçoamento das metodologias que definem a linha de base e o monitoramento da atividade dos projetos propostos [3], tema que será discutido nas próximas seções deste trabalho.

A partir do momento em que o projeto é registrado pelo Comitê Executivo, é importante destacar que as reduções de emissões alcançadas devido à sua atividade deverão ser periodicamente verificadas por uma EOD, além de certificadas e expedidas pelo Comitê Executivo. Posteriormente, as Reduções Certificadas de Emissão poderão ser apresentadas pelos países do Anexo B para o

⁸ Cabe destacar que a CIMGC é presidida pelo Ministério de Ciência e Tecnologia.

⁹ Os setores de atividades descritos no Anexo A do Protocolo de Quioto são os seguintes: energia, processos industriais, uso de solventes e outros produtos, agricultura e resíduos.

cumprimento de parte das suas metas de redução previamente estabelecidas pelo Protocolo de Quioto.

Também é importante ressaltar que todo projeto MDL terá as suas reduções certificadas apenas durante um determinado período de sua atividade, o qual será determinado pelo próprio promotor do projeto. Atualmente, este período pode ser um período único de 10 anos, sem direito a renovação, ou um período de 7 anos, que pode ser renovado por mais 2 períodos de 7 anos. Segundo Eguren [11], os promotores do projeto devem avaliar a opção que seja mais conveniente para maximizar o valor das RCEs. Caso o promotor não esteja seguro se o projeto continuará sendo adicional após 7 anos de atividade, então, a primeira opção pode ser a mais conveniente.

De acordo com o Protocolo de Quioto, a emissão de uma RCE significa a comprovação de que uma tonelada de dióxido de carbono equivalente (tCO_2e) deixou de ser emitida na atmosfera terrestre. Entretanto, o termo dióxido de carbono equivalente não se refere, exclusivamente, à redução nas emissões de CO_2 , pois este termo pode ser empregado a qualquer GEE listado no Anexo A do Protocolo de Quioto. Sendo assim, as principais características desses gases, bem como a sua relevância para o problema do aquecimento global, serão os objetos de discussão da próxima seção.

2.3 Gases de Efeito Estufa

Conforme descrito no Anexo A do Protocolo de Quioto [5], são seis os GEE que devem ser considerados pelo Comitê Executivo ao emitir as Reduções Certificadas de Emissões, são eles: o dióxido de carbono (CO_2), o metano (CH_4), o óxido nitroso (N_2O), os hidrofluorcarbonos (HFCs), os perfluorcarbonos (PFCs) e o hexafluoreto de enxofre (SF_6). Cabe ressaltar que estes gases são considerados os maiores responsáveis pelo aumento da temperatura global [11].

Dentre os gases anteriormente mencionados, o dióxido de carbono, o metano e o óxido nitroso não dependem da atividade humana para serem encontrados na natureza, apesar desta atividade estar contribuindo para o aumento da sua concentração no meio ambiente. O dióxido de carbono é o GEE mais abundante na atmosfera, sendo produzido, principalmente, pela combustão dos

combustíveis fósseis, por alguns processos industriais e pelos desmatamentos das áreas florestais [8]. Na indústria da eletricidade, cabe ressaltar que a geração termelétrica baseada na queima de combustíveis fósseis, tais como o carvão e o óleo combustível, é considerada a principal fonte de emissão de CO_2 .

Dentre as principais causas de emissão do gás metano destaca-se a decomposição da matéria orgânica em lixões e em aterros sanitários. Além disso, os processos de mineração de carvão, a atividade pecuária e a atividade de extração de gás e petróleo também são grandes emissores deste gás. Finalmente, destaca-se a fabricação de fertilizantes como a principal atividade emissora do óxido nitroso [11][8].

Ao contrário do CO_2 , do CH_4 e do N_2O , os outros Gases de Efeito Estufa dependem da atividade humana para serem encontrados na natureza, sendo considerados, principalmente, um produto da Engenharia Química [11]. Os Hidrofluorcarbonos e os Perfluorcarbonos são gases frequentemente empregados nos processos de refrigeração e nos aparelhos de ar condicionados. Já o hexafluoreto de enxofre é emitido durante a produção de magnésio, além de ser utilizado como fluido dielétrico [11][8].

Segundo o artigo 3 do Protocolo de Quioto, a tonelada de dióxido de carbono equivalente foi convencionada como medida de cálculo das RCEs. Esta medida pode ser definida como o produto da massa física do GEE (em toneladas) pelo seu Potencial de Aquecimento Atmosférico (GWP). Define-se como o GWP de um gás a sua capacidade de armazenar calor na atmosfera em relação à capacidade do dióxido de carbono. Os Gases de Efeito Estufa relacionados pelo Protocolo de Quioto, assim como os seus respectivos GWPs, se encontram apresentados na Tabela 2.1.

Tabela 2.1 - Os Gases de Efeito Estufa e os seus Respectivos Potenciais de Aquecimento Atmosférico

Gases de Efeito Estufa	Símbologia	Potencial de Aquecimento Atmosférico
Dióxido de Carbono	CO ₂	1
Metano	CH ₄	21
Óxido Nitroso	N ₂ O	310
Hidrofluorocarbonos	HFC 23	11700
	HFC 125	2800
	HFC 134a	1300
	HFC152a	140
Perfluorocarbonos	CF ₄	6500
	C ₂ F ₆	9200
Hexafluoreto de Enxofre	SF ₆	23900

Fonte: UNESA [13]

Uma vez definido o GWP de cada GEE, pode-se definir a tonelada de dióxido de carbono equivalente da seguinte forma:

$$tCO_2e = tGEE \times GWP \quad (2.1)$$

Segundo a equação 2.1, se a implantação de um projeto MDL evitar a emissão de 10 toneladas do gás metano, cujo GWP é igual a 21, este projeto geraria 210 RCEs, ou seja, o equivalente a 210 toneladas métricas de CO₂ equivalente. É importante observar que todos os GWPs exibidos na Tabela 2.1 deverão ser utilizados para o cálculo da linha de base e da adicionalidade de todos os projetos MDL durante o primeiro período de compromisso do Protocolo de Quioto [8].

Na próxima seção os conceitos de linha de base e adicionalidade de um projeto MDL, ambos essenciais para se determinar as reduções alcançadas pela sua atividade, serão discutidos detalhadamente.

2.4

Linha de base e Adicionalidade de um Projeto MDL

Conforme citado nas seções anteriores, uma Redução Certificada de Emissão só poderá ser emitida pelo Comitê Executivo se provado que a atividade do projeto evitou a emissão de uma tonelada de dióxido de carbono equivalente. Entretanto, como determinar as emissões evitadas pela atividade do projeto? Esta

pergunta começou a ser respondida durante a 7ª Conferência das Partes (COP7), no ano de 2001, quando foram definidos os conceitos de linha de base e adicionalidade de um projeto MDL.

Definiu-se por linha de base o cenário que representa as emissões antrópicas de GEE que seriam produzidas caso o projeto proposto não fosse implantado. Para tanto, devem ser consideradas todas as categorias de gases, setores e fontes enumeradas no Anexo A do Protocolo de Quioto e contempladas pela atividade do projeto [8].

Uma vez estabelecida a sua linha de base, note que é possível realizar uma estimativa das reduções alcançadas com a implantação de um determinado projeto MDL, ou seja, é possível determinar a adicionalidade do mesmo. Conceitualmente, ficou definido durante a COP7 que um projeto MDL é adicional se as suas emissões forem inferiores às emissões estabelecidas pela sua linha de base. Por exemplo, para um projeto hipotético de geração de energia elétrica, a situação em que o projeto é adicional se encontra ilustrada na Figura 2.2.

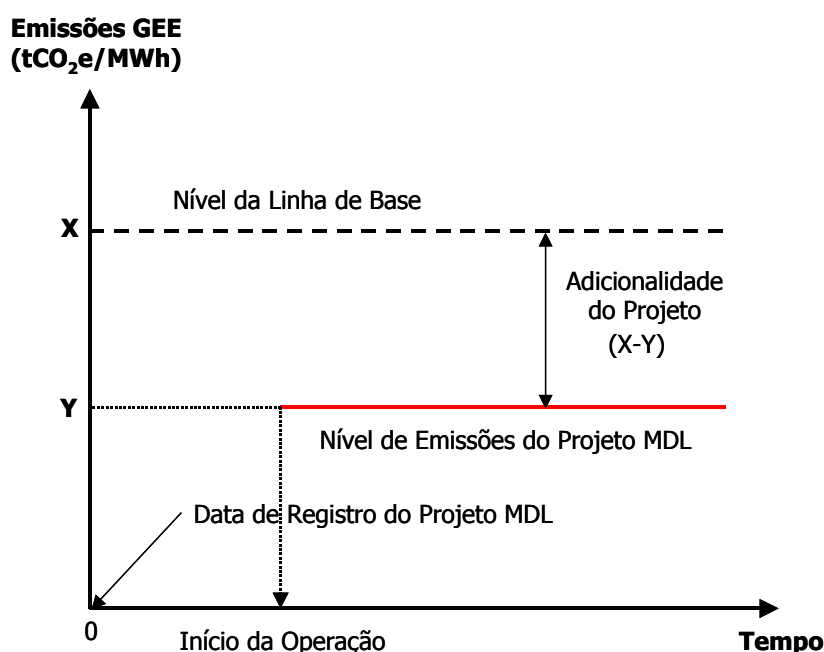


Figura 2.2 – Adicionalidade de um Projeto MDL

Note que o nível de emissões deste projeto é inferior ao nível de emissões da linha de base, o que resulta na redução de $(X-Y)$ tCO₂e por MWh produzido. Tendo em vista o exemplo ilustrado na Figura 2.2 e as definições apresentadas nesta seção, conclui-se que demonstrar a adicionalidade de um projeto MDL

significa provar que o mesmo não teria sido realizado na ausência do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo, ou seja, que o projeto não faria parte do cenário de linha de base.

Uma vez que as RCEs só podem ser outorgadas para projetos que reduzam as emissões de GEE, é de suma importância que a sua adicionalidade possa ser comprovada. Neste sentido, a análise de barreiras destaca-se como uma das ferramentas mais empregadas para se demonstrar a adicionalidade de projetos com essa característica. Neste tipo de análise os promotores do projeto devem descrever um ou mais obstáculos que não teriam sido superados na ausência do MDL. Alguns indicadores utilizados com este objetivo são:

1. Indicador Regulatório: determina se o projeto é consequência obrigatória, direta ou indireta, de alguma lei ou regulamento do país hospedeiro. Caso se conclua que o projeto teria sido realizado mesmo na ausência dos benefícios do MDL, estaria comprovado que o mesmo não é adicional;
2. Indicador de Investimento: determina se o projeto teria sido realizado na ausência dos benefícios econômicos proporcionados pelo MDL. Caso o projeto proposto já representasse a alternativa mais atrativa do ponto de vista econômico, o mesmo não poderia ser considerado adicional;
3. Indicador Tecnológico: determina se o projeto utiliza tecnologias ou procedimentos que vão além da prática habitual da indústria ou setor correspondente. Neste caso o projeto é considerado adicional por ter sido incentivado, pelos benefícios do MDL, a superar uma barreira tecnológica para a sua implantação;
4. Indicador de Barreiras: determina se o projeto elimina, ou tende a superar qualquer barreira de informação, seja de caráter institucional, ou outras que houvessem persistido na linha de base. Nestes casos o projeto também pode ser considerado adicional. Um exemplo de barreira de informação é a existência de uma possível rejeição à geração de energia elétrica por meio da queima do bagaço da cana-de-açúcar por esta não poder ser praticada continuamente ao longo de todo o ano. Tal barreira pode ser superada quando se percebe que a maior vantagem deste tipo de geração é a sua ocorrência durante o período hidrológico “seco” do ano, ou seja, quando se percebe que

existe complementariedade entre a geração de energia elétrica a partir da queima da biomassa e por fontes hidráulicas.

Estes indicadores são denominados indicadores de adicionalidade do projeto, cuja finalidade é determinar se o mesmo faz parte do cenário de linha de base. Entretanto, cabe ressaltar que este não é o único aspecto avaliado pelo Comitê Executivo ao registrar um projeto candidato. Conforme citado na seção 2.1, o projeto MDL também deve contribuir, entre outras coisas, para o desenvolvimento sustentável do país hospedeiro.

Segundo Eguren [11], projetos que envolvem alguns tipos de plantações comerciais, em especial os monocultivos de espécies exóticas de grande escala, podem gerar impactos negativos sobre as comunidades locais e sobre as diversidades biológicas. Estes impactos devem ser previstos e minimizados, do contrário, estes projetos podem correr o risco de não serem aprovados por desprezarem o critério de desenvolvimento sustentável.

Cabe destacar que um dos objetivos deste trabalho é avaliar o impacto da comercialização das RCEs na rentabilidade de projetos que geram energia elétrica a partir de fontes renováveis, em particular as pequenas centrais hidrelétricas e os projetos que utilizam as fontes eólicas. Estes projetos passaram a ser amplamente desenvolvidos no Brasil após a instituição do PROINFA, em 26 de Abril de 2002. Apesar destes projetos serem consequência obrigatória de uma lei brasileira (lei 10.438/2002 [16]), ficou decidido na 16ª reunião do Conselho Executivo do MDL, em outubro de 2004, que políticas nacionais que incentivem a utilização das fontes renováveis de energia seriam consideradas adicionais, desde que implementadas após a realização da 7ª Conferência das Partes, ou seja, a partir de 2001.

Uma vez entendidos os conceitos de linha de base e adicionalidade, surge a dúvida de como determiná-los numericamente. Para determinar a linha de base de um projeto MDL, os seus desenvolvedores poderão dispor de duas opções: utilizar uma metodologia já existente, desde que a mesma seja compatível tanto com a atividade quanto com as características do projeto proposto, ou desenvolver uma nova metodologia, a qual deverá ser analisada e aprovada pelo Comitê Executivo antes de ser empregada ao projeto MDL.

Para as análises realizadas neste trabalho, duas metodologias já existentes foram empregadas: as metodologias ACM0002 e AMS-I.D. Neste capítulo, cabe destacar que estas metodologias foram desenvolvidas, especificamente, para determinar a linha de base dos projetos que geram energia elétrica a partir de fontes renováveis, tendo como premissa que os mesmos estão conectados à rede elétrica do país anfitrião. Uma descrição detalhada do escopo destas metodologias será realizada posteriormente no Capítulo 4 deste trabalho.

Finalmente, é importante observar que independente da metodologia utilizada, a compatibilidade desta metodologia às características do projeto será avaliada em distintas instâncias antes do projeto ser registrado pelo Comitê Executivo. Esta e outras avaliações a que o projeto é submetido constituem as etapas do Ciclo de um Projeto MDL.

Na próxima seção, o Ciclo de um Projeto MDL será discutido detalhadamente, desde a sua etapa inicial, ou seja, da elaboração do Documento de Concepção do Projeto, até o momento em que as Reduções Certificadas de Emissões são expedidas pelo Comitê Executivo. Além disso, também será abordada a relação entre o Ciclo de um Projeto e os custos relacionados a cada uma de suas etapas.

2.5 Ciclo de um Projeto MDL

Conforme descrito nas seções 2.1 e 2.2, a AND, a EOD e o Comitê Executivo são os agentes responsáveis por manter a integridade ambiental, econômica e social do MDL. Neste sentido, tais agentes assumem a responsabilidade de verificar se os projetos propostos possuem condições de cumprir os principais objetivos de um projeto MDL, entre eles, o de reduzir as emissões de GEE e promover o desenvolvimento sustentável do país hospedeiro.

Segundo Eguren [11], antes de ser registrado pelo Comitê Executivo, todo projeto MDL deve ser avaliado segundo as condições estabelecidas pelos Acordos de Marraqueche. Na prática, o projeto é submetido a distintas etapas de avaliação, as quais são conhecidas como o Ciclo de um Projeto MDL. Todas as etapas do ciclo de um projeto MDL se encontram ilustradas na Figura 2.3.

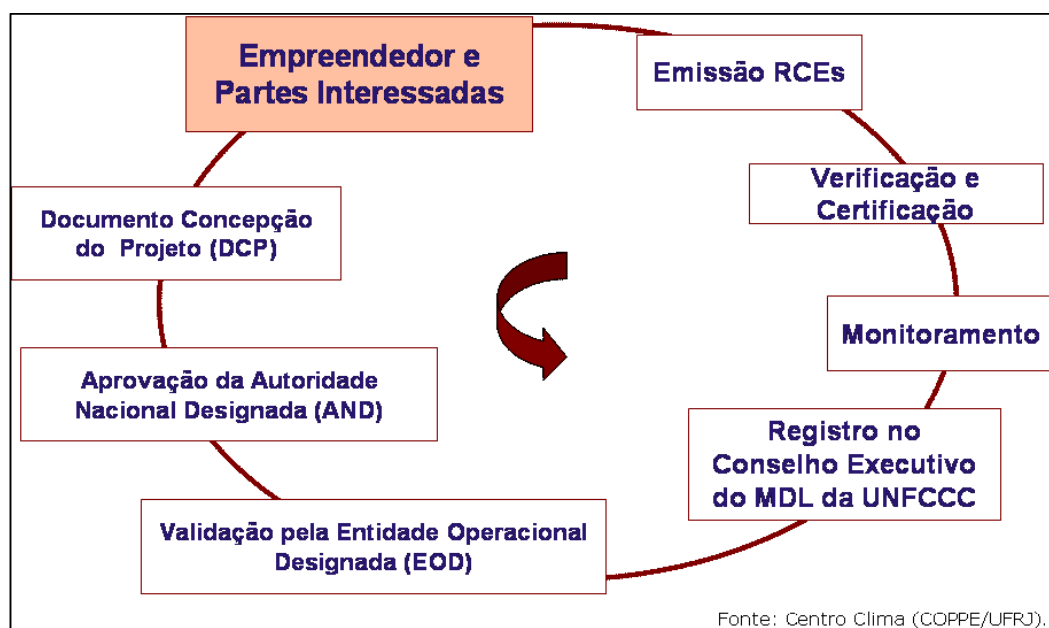


Figura 2.3 – Ciclo de um Projeto MDL

Uma vez identificado o interesse do empreendedor, note que a primeira etapa consiste em elaborar um **Documento de Conceção do Projeto (DCP)**. A elaboração do DCP é uma etapa de grande importância neste processo, pois, além de documentar as características técnicas, econômicas, sociais e ambientais do projeto, o DCP também constitui o principal objeto de análise nas três etapas seguintes do ciclo de avaliações.

Dentre as partes que compõem o DCP, deve constar uma descrição detalhada da atividade do projeto, tal qual da metodologia empregada para o cálculo da sua linha de base. Além disso, também deve estar presente no DCP a definição do período de obtenção dos créditos de carbono, o plano para o monitoramento da atividade do projeto, os critérios que comprovam a sua adicionalidade, uma estimativa das reduções de emissões a serem alcançadas, um relatório de impactos ambientais, e, finalmente, os comentários de todas as partes que serão afetadas pela atividade do projeto, tais como municípios e comunidades vizinhas [3][8].

A segunda etapa do ciclo de um projeto MDL consiste em obter a **aprovação** do país onde o mesmo será desenvolvido. A responsabilidade do país hospedeiro se resume a confirmar se o projeto proposto contribui para o seu desenvolvimento sustentável, além de atestar o caráter voluntário das partes

envolvidas no mesmo [11]. A aprovação do país hospedeiro deve ser emitida pela AND local, sendo disponibilizada ao público e aberta a comentários.

A etapa seguinte à aprovação nacional consiste na **validação** do projeto por uma Entidade Operacional Designada. Nesta etapa cabe a EOD verificar, com base no conteúdo do DCP, se a realização do projeto é voluntária e foi aprovada pela AND local. Além disso, cabe a EOD verificar se o nível de reduções sugerido pelo empreendedor é possível de ser atingido, se a análise do impacto ambiental segue a legislação do país hospedeiro, se os comentários das partes afetadas foram considerados e incluídos no DCP, se as emissões de GEE fora dos limites do projeto foram consideradas, se o período de obtenção dos créditos de carbono foi definido, e, finalmente, se as metodologias de monitoramento e cálculo da linha de base são compatíveis com a atividade do projeto [3].

Cabe destacar que a EOD responsável pela validação do projeto MDL deverá ser contratada pelos seus próprios desenvolvedores. Uma vez que o DCP é validado, cabe a EOD submetê-lo à apreciação do Comitê Executivo. O **registro** do projeto pelo Comitê Executivo constitui a etapa seguinte à sua validação. Com base no relatório enviado pela EOD, o Comitê Executivo poderá aceitar diretamente o projeto, ou solicitar uma revisão do relatório de validação, caso alguns requisitos não tenham sido atendidos.

Uma vez que o projeto proposto é registrado, a sua atividade deverá ser monitorada de acordo com o plano estabelecido no seu DCP. Cabe ressaltar que os próprios desenvolvedores do projeto são os responsáveis por monitorar a sua atividade. A partir dos dados obtidos nesta etapa, as reduções nas emissões de GEE deverão ser medidas anualmente durante o período pré-estabelecido no DCP.

Após o **monitoramento** da atividade do projeto, caberá aos seus desenvolvedores emitir um informe que inclua as reduções alcançadas no período. Este informe deverá ser submetido a uma segunda EOD, a qual deverá **verificar** se as reduções declaradas realmente ocorreram. Esta EOD também deverá **certificar** as reduções monitoradas e enviar a declaração de certificação ao Comitê Executivo. As atividades de verificação e certificação constituem a sexta etapa do ciclo do projeto.

Finalmente, caberá ao Comitê Executivo realizar a última etapa deste processo, ou seja, **emitir** as Reduções Certificadas de Emissões. Uma vez emitidas, as RCEs poderão ser negociadas, transferidas e utilizadas pelos países do Anexo B para cumprir com as suas metas de redução nas emissões de GEE.

É importante ressaltar que cada etapa do Ciclo de um Projeto possui um custo associado. Por exemplo, durante a elaboração do DCP, pode ser necessário a elaboração de uma nova metodologia para o cálculo da linha de base, o que pode exigir o conhecimento e a experiência de consultorias especializadas. Adicionalmente, na etapa de validação, e, posteriormente, durante a verificação e a certificação das reduções alcançadas, o empreendedor deverá contratar uma ou mais Entidades Operacionais Designadas.

Em geral, definem-se como Custos de Transação todos os custos necessários para que se conclua as etapas do ciclo de um projeto MDL, custos estes que não existiriam caso o projeto não fosse desenvolvido no âmbito do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo. Como regra geral, pode-se afirmar que os Custos de Transação não possuem relação direta com o tamanho do projeto [8]. Sendo assim, quanto maior a sua escala, ou seja, quanto maior a sua capacidade para reduzir as emissões de GEE, menor será o impacto dos Custos de Transação sobre a rentabilidade do projeto.

Segundo o levantamento realizado pela Associação Espanhola da Indústria Elétrica [8], os custos médios de transação seriam da ordem de US\$ 137.500,00, além dos gastos anuais com a certificação e com a expedição das RCEs. O custo estimado, por etapa, do ciclo de um projeto MDL se encontra apresentado na Tabela 2.2.

Tabela 2.2 - Estimativa dos Custos de Transação por Etapas do Ciclo de um Projeto MDL

ETAPAS DO CICLO DO PROJETO	CUSTOS (US\$)
Documento de Concepção do Projeto e Aprovação pela AND	25.000 - 110.000
Validação pela EOD	15.000 - 40.000
Negociação do Contrato de Compra e Venda das RCEs	10.000 - 40.000
Registro	5.000 - 30.000
Vigilância / Verificação / Certificação	3.000 - 15.000 anuais
Expedição das RCEs	2% do valor dos RCEs
Comercialização das RCEs	3% à 15% do valor das RCEs

Fonte: UNESA [13]

Note que os dados da Tabela 2.2, além de incluírem os gastos relacionados às diferentes etapas do ciclo do projeto, também incluem os gastos relacionados à negociação do contrato de compra e venda e a comercialização das RCEs propriamente dita.

Segundo Eguren [11], para preços muito baixos, a contribuição financeira com a venda das RCEs pode não ser significativa, fazendo com que vários projetos não sejam atrativos sob o ponto de vista econômico. Em geral, somente projetos muito grandes, especialmente aqueles relacionados à geração de energia elétrica e à captura de metano, seriam capazes de gerar uma receita significativa com a venda das RCEs, absorvendo totalmente os custos de transação. Eguren [11] afirma que para os projetos de pequena escala a situação é ainda mais dramática, pois, em geral, nem mesmo os custos de transação são recuperados. Na próxima seção as principais características deste tipo de projetos serão discutidas detalhadamente.

2.6 Projetos de Pequena Escala

Conforme descrito na seção anterior, as distintas etapas do processo de aprovação e acompanhamento de um projeto MDL implicam em gastos denominados custos de transação. Uma vez que os custos de transação não possuem relação direta com o tamanho do projeto, resulta que os projetos de

maior escala se tornam mais atrativos economicamente quando comparados aos projetos de menor escala.

Entretanto, apesar de menos atrativos economicamente, a importância dos projetos de pequena escala é reconhecida no âmbito do MDL. Por exemplo, entende-se que estes projetos, além de causar um menor impacto ambiental, podem funcionar como um motor para o desenvolvimento rural do país hospedeiro, contribuindo para a mitigação da pobreza no âmbito geográfico de sua localização [8].

Sendo assim, durante a 7ª Conferência das Partes, foram estabelecidos procedimentos simplificados para o ciclo dos projetos de pequena escala [8]. O principal objetivo dessas medidas foi o de reduzir os custos de transação para este tipo de projetos, minimizando possíveis barreiras para a sua implantação. Dentre as simplificações adotadas, os seguintes pontos merecem ser destacados:

- ✓ a possibilidade de se desenvolver metodologias simplificadas para a determinação da linha de base e para o monitoramento do projeto MDL;
- ✓ a possibilidade de que vários projetos de pequena escala sejam agrupados em algumas etapas do Ciclo do Projeto;
- ✓ simplificações para a elaboração do Documento de Concepção do Projeto;
- ✓ requerimentos simplificados para a análise do impacto ambiental;
- ✓ menor custo para que o projeto seja registrado pelo Comitê Executivo;
- ✓ e, finalmente, a possibilidade de que a mesma EOD possa validar, verificar e certificar a atividade do projeto.

A partir destas medidas, estima-se que os custos médios de transação de um projeto de pequena escala sejam reduzidos em aproximadamente US\$ 50.000,00. É importante observar que este valor desconsidera as despesas anuais com a certificação e a expedição das RCEs [8]. Estima-se que os custos de transação de um projeto de pequena escala esteja de acordo com o apresentado na Tabela 2.3.

Tabela 2.3 - Estimativa dos Custos de Transação de um Projeto de Pequena Escala

ETAPAS DO CICLO DO PROJETO	CUSTOS (US\$)
Documento de Concepção do Projeto e Aprovação pela AND	18.000 - 50.000
Validação pela EOD	10.000 - 30.000
Negociação do Contrato de Compra e Venda das RCEs	10.000 - 20.000
Registro	5.000 - 30.000
Vigilância / Verificação / Certificação	3.000 - 6.000 anuais
Expedição das RCEs	2% do valor dos RCEs
Comercialização das RCEs	3% à 15% do valor das RCEs

Fonte: UNESA [13]

Uma vez estabelecidos procedimentos simplificados para o ciclo dos projetos de pequena escala (PPE), também é necessário estabelecer critérios para que esses projetos possam ser identificados. Neste sentido, três categorias de PPEs foram definidas [8]:

- I. Projetos de geração de energia a partir de fontes renováveis cuja capacidade máxima de produção seja igual a 15MW-médios ou qualquer equivalente apropriado;
- II. Projetos de eficiência energética que reduzam o consumo de energia (pela oferta ou pela demanda) em até 60 GWh/ano ou equivalente apropriado;
- III. Outros projetos que reduzam as emissões antrópicas em menos de 60.000 toneladas de dióxido de carbono equivalente por ano.

Conforme citado na seção 2.4 deste capítulo, a atividade dos empreendimentos avaliados nesta tese se baseia na geração de energia elétrica a partir de fontes renováveis. Neste contexto, o valor incremental do mercado de carbono será determinado, entre outros casos, para dois projetos de pequena escala: uma pequena central hidrelétrica de 2,40 MW, e um parque eólico de 4,25 MW de capacidade instalada. A metodologia empregada para o cálculo da linha de base destes empreendimentos será a metodologia simplificada AMS-I.D, a qual será o objeto de discussão do Capítulo 4 deste trabalho.

2.7

Riscos de um Projeto MDL

Toda atividade empresarial implica em riscos. Em geral, existem dois importantes tipos de incerteza presentes em projetos de investimento e de inovação tecnológica: a incerteza de mercado e a incerteza técnica. Segundo Dias [17], a incerteza de mercado é aquela correlacionada aos movimentos gerais da economia, e, que por sua vez, estão sujeitos a acontecimentos aleatórios, tais como recessões ou guerras. Ao contrário da incerteza de mercado, a incerteza técnica não possui nenhum tipo de correlação com fatores macroeconômicos, sendo associada, exclusivamente, a fatores internos do projeto realizado.

Neste contexto, é importante que sejam conhecidos os riscos típicos associados ao desenvolvimento de um projeto no âmbito do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo. Segundo descrito no Guia Latino-americano do MDL [8], pode-se dizer que os desenvolvedores de um projeto MDL estão expostos a três grupos de risco bem definidos, são eles: os riscos inerentes ao próprio Protocolo de Quioto e ao Mecanismo de Desenvolvimento Limpo, o risco relacionado aos níveis de reduções alcançados pelo projeto, e, finalmente, o risco de mercado associado aos preços futuros das RCEs. A seguir, cada um destes grupos de risco serão discutidos separadamente.

1. Riscos Inerentes ao Protocolo de Quioto e ao Mecanismo de Desenvolvimento Limpo

Dentre os fatores de risco relacionados ao Protocolo de Quioto, destaca-se a alta complexidade administrativa e institucional tanto do Comitê Executivo quanto das autoridades locais do MDL. Segundo Eguren [11], desde a concepção até o registro de um projeto MDL, são necessários, em média, dispor de períodos iguais a 12 meses. Caso seja necessário aprovar uma nova metodologia para o cálculo da linha de base, este processo pode se tornar ainda mais demorado. Cabe ressaltar que além de desmotivar a execução de novos projetos, a necessidade de grandes períodos para sobrepujar as etapas do ciclo do projeto também implica em maiores gastos e adiam os fluxos financeiros provenientes da venda das RCEs.

Outro ponto importante relacionado a este grupo de risco diz respeito ao que acontecerá após o primeiro período de compromisso do Protocolo de Quioto (2008-2012). Segundo Rocha [18], o estabelecimento de metas de redução para os períodos pós 2012 seria fundamental para incentivar o surgimento de mercados futuros de carbono, o que possibilitaria reduzir os riscos sobre os preços das RCEs.

2. Riscos Relacionados ao Nível de Reduções Atingidos pelo Projeto MDL

Este tipo de incerteza pode ser classificado como o risco técnico ou tecnológico do negócio. Para entender melhor este tipo de risco, considere um projeto eólico cujo objetivo seja gerar energia elétrica. Conforme será detalhado no Capítulo 4 desta tese, a quantidade de RCEs a que este projeto terá direito será diretamente proporcional ao seu nível de atividade, ou seja, à sua produção de energia elétrica. Entretanto, sabe-se que a geração de energia elétrica de um projeto eólico dependerá, entre outros fatores, da intensidade e da velocidade dos ventos na região, o que caracteriza um risco específico para este tipo de projeto.

Sendo assim, entende-se que devido ao risco técnico de um projeto MDL existe a possibilidade de que as RCEs geradas não sejam suficientes para cumprir com as quantidades e prazos pactuados nos contratos de compra e venda, o que, possivelmente, levaria o empreendedor a sofrer algum tipo de sanção econômica [8].

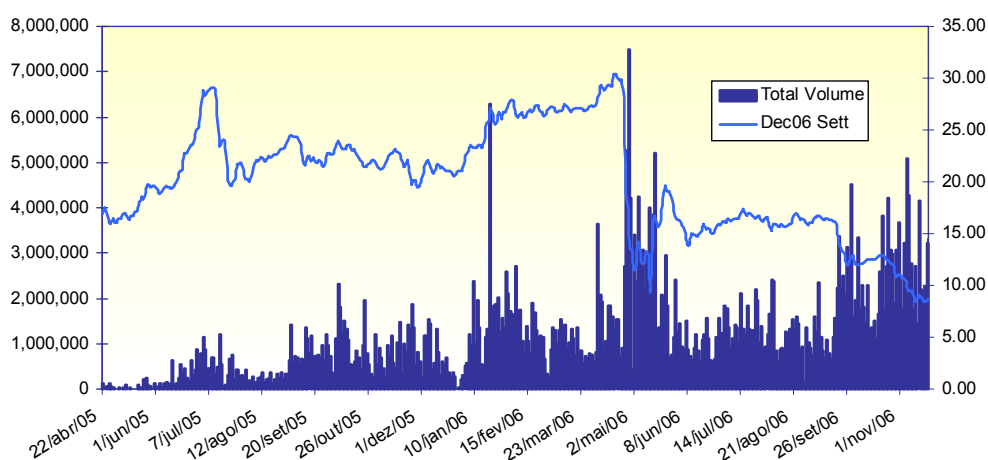
Considera-se que uma das formas de se mitigar este tipo de risco seria o não comprometimento com a entrega da totalidade das RCEs previstas no projeto, negociando uma determinada parcela no mercado à vista [8]. Outra alternativa para o empreendedor seria aderir à modalidade de entrega em períodos multianuais. Por exemplo, ao invés de entregar 100.000 RCEs por ano, o empreendedor negociaria a entrega de 300.000 RCEs a cada 3 anos. Obviamente, espera-se que este tipo de flexibilidade tenda a reduzir os preços dos certificados negociados.

3. Preços das RCEs Menores do que o Estimado

Este tipo de incerteza pode ser classificado como o risco de mercado de um projeto MDL, o qual, ao contrário da incerteza técnica, não pode ser

eliminado através da diversificação da carteira de projetos. Segundo Dias [17], uma das principais características do risco de mercado é o fato deste estar relacionado à fatores exógenos ao projeto em questão, cujo resultado é a introdução de um componente aleatório no seu valor.

O gráfico ilustrado na Figura 2.4 representa o comportamento dos preços futuros das *Emission Unit Allowances* (EUA) negociadas na *European Climate Exchange* (ECX). Cabe ressaltar que as EUAs são unidades equivalentes as RCEs, porém, obtidas a partir de projetos realizados no âmbito do Comércio de Emissões, outro mecanismo flexível do Protocolo de Quioto.



Fonte: www.europeanclimateexchange.com

Figura 2.4 – Preço e Volume dos Contratos Futuros Negociados na ECX

Analisando o gráfico da Figura 2.4, nota-se que entre Abril de 2005 e Novembro de 2006, os preços das EUAs oscilaram, aproximadamente, entre 10,00 e 30,00 Euros/tCO₂e, o que demonstra a existência de um componente aleatório no seu valor.

Segundo Eguren [11], até o ano de 2004 os preços das RCEs eram regidos pelos preços oferecidos pelo Banco Mundial e pelo governo Holandês, os quais se caracterizavam como os principais compradores da época. Atualmente, pode-se dizer que a aleatoriedade nos preços das RCEs se deve, principalmente, às incertezas existentes sobre a sua oferta e demanda futura. [8].

Considera-se que este tipo de risco pode ser reduzido realizando-se uma operação de venda a termo das RCEs. Neste caso, a rentabilidade do negócio

não seria afetada por um movimento de queda nos preços futuros das RCEs, em contrapartida, caso o preço de mercado se mostre mais elevado do que o previsto, o promotor do projeto não terá como se aproveitar deste cenário para elevar a sua rentabilidade.

Neste trabalho, tanto a incerteza tecnológica quanto a incerteza de mercado serão consideradas na avaliação de um determinado projeto MDL. A incerteza de mercado será considerada inserindo-se um componente aleatório ao movimento dos preços das RCEs. Considerar-se-á que o empreendedor levará em conta este tipo de incerteza para decidir o melhor momento de investir no ciclo do projeto e registrar o projeto MDL no Comitê Executivo. Este será o objeto de discussão do Capítulo 5 deste trabalho.

Uma vez que os empreendimentos analisados neste trabalho consistem em projetos de geração de energia elétrica conectados à rede básica do Sistema Interligado Nacional, considera-se que a energia produzida por estes projetos desloca a energia elétrica gerada por outras fontes do sistema, tais como carvão, óleo ou gás natural. Note que, dependendo da fonte deslocada pelo projeto MDL, as reduções alcançadas pelo mesmo podem variar. Neste contexto, a incerteza técnica será considerada neste trabalho realizando-se uma projeção de diferentes cenários de energia deslocada pelo projeto, sendo que a metodologia empregada com este objetivo será o objeto de discussão do Capítulo 4.

Finalmente, o primeiro grupo de incertezas, ou seja, aquele relacionado aos riscos do próprio Protocolo de Quioto e do MDL, terá um tratamento simplificado neste trabalho. Para tanto, será realizada uma análise de sensibilidade dos resultados, considerando a necessidade de diferentes aportes de capital para a realização do ciclo do projeto MDL.

Na próxima seção serão apresentados os principais modelos empregados para a comercialização das RCEs.

2.8 Modelos de Comercialização das RCEs

Conforme citado anteriormente na seção 2.5, o ciclo de um projeto MDL é concluído quando o Comitê Executivo emite as RCEs correspondentes à sua atividade. Logo após a sua emissão, cabe ao administrador do Registro de

Certificados, subordinado ao Comitê Executivo, depositar as RCEs nas contas devidamente indicadas pelo Documento de Concepção do Projeto¹⁰. É importante ressaltar que 2% das RCEs emitidas deverão ser obrigatoriamente depositadas na conta de um fundo internacional denominado Fundo de Adaptação, cujo principal objetivo é ajudar os países menos desenvolvidos a se adaptarem aos efeitos adversos da mudança climática [3][1][8].

Dada a sua condição de direito patrimonial, amparado pela regulamentação da CQNUCC e do Protocolo de Quioto, as Reduções Certificadas de Emissões podem ser livremente negociadas no mercado internacional de carbono. Durante os últimos anos, este mercado tem se desenvolvido com bastante rapidez, o que tem produzido um grande aumento na quantidade de reduções negociadas. Por exemplo, entre Janeiro e Maio de 2004, foram negociadas 64 milhões de tCO₂e, um pouco menos do que as 78 milhões de tCO₂e negociadas durante todo o ano de 2003 [8].

No âmbito do Protocolo de Quioto, pode-se dizer que as transações envolvendo a compra e a venda de RCEs têm se desenvolvido à luz de três modelos de comercialização: o unilateral, o bilateral, e o multilateral. Cabe ressaltar que a utilização de quaisquer destes modelos implicará em diferentes riscos e oportunidades para os desenvolvedores de um projeto MDL. As principais características destes modelos serão discutidas a seguir:

2.8.1 Modelo de Comercialização Unilateral

A principal característica do modelo unilateral é que todos os custos referentes à implantação, a certificação e ao funcionamento do Projeto MDL ficam a cargo do país hospedeiro, sem que haja qualquer participação dos países listados no Anexo B do Protocolo de Quioto. Para o país onde o projeto é implantado, a grande desvantagem deste modelo é que todos os riscos relacionados à produção e a comercialização das RCEs recaem sobre os seus

¹⁰ As contas em que são depositadas as RCEs devem ter sido abertas no próprio Registro de Certificados [3].

agentes. Em contrapartida, a sua principal vantagem é a possibilidade de que as RCEs sejam negociadas a melhores preços pelo empreendedor [8].

Cabe ressaltar que no modelo de comercialização unilateral os agentes do país hospedeiro se caracterizam como os únicos beneficiários do fluxo financeiro obtido com a venda das RCEs, cabendo aos países do Anexo B apenas adquiri-las no mercado internacional sem nenhum risco técnico associado [8].

2.8.2 Modelo de Comercialização Bilateral

Ao contrário do modelo de comercialização unilateral, este modelo contempla a participação dos países industrializados no desenvolvimento de um projeto MDL. Uma vez que o projeto é financiado tanto por agentes de um país hospedeiro quanto por agentes de um país do Anexo B, entende-se que a propriedade das RCEs será diretamente proporcional ao investimento realizado por cada uma das partes.

A grande vantagem deste modelo é o compartilhamento dos riscos, tanto na produção quanto na comercialização das RCEs. Além disso, é importante observar que devido à sua condição de sócio do empreendimento, os agentes do país Anexo B deverão receber, diretamente, as suas respectivas partes do total de RCEs produzidas pelo projeto.

2.8.3 Modelo de Comercialização Multilateral

A principal característica deste modelo é a intervenção dos fundos de carbono no desenvolvimento dos projetos MDL. O objetivo destes agentes é atuar como intermediários dos países do Anexo B, captando recursos e financiando a implementação de projetos que sejam capazes de atender à sua demanda por RCEs.

Uma vez que os riscos associados à produção e a comercialização das RCEs são diluídos em projetos de diferentes tipos e escalas, entende-se que a principal vantagem deste modelo é o incentivo dado à participação dos países industrializados no desenvolvimento dos projetos MDL. Em geral, todos os direitos sobre as RCEs são transferidos para os fundos de carbono, que,

posteriormente, as repassam para os seus respectivos associados. Caberá aos países hospedeiros usufruir apenas dos benefícios convencionais da atividade dos projetos, por exemplo, da receita obtida a partir da venda da energia elétrica produzida por um projeto desta natureza.

Neste trabalho considerar-se-á que o desenvolvimento dos projetos estudados serão fruto de iniciativas unilaterais do país hospedeiro. Desta forma, os desenvolvedores do projeto terão autonomia para comercializar todas as RCEs produzidas pela sua atividade.

Conforme citado anteriormente na seção 2.7, caberá ao empreendedor decidir o melhor momento para investir no ciclo do projeto. Uma vez que este investimento seja realizado, considerar-se-á que um contrato a termo será celebrado entre o país hospedeiro e algum país do Anexo B. O objeto deste contrato será a venda das RCEs que vierem a ser produzidas durante o período selecionado no Documento de Concepção do Projeto. Adicionalmente, será considerado que o preço contratado será o mesmo preço obtido no mercado à vista para o referido momento.

Cabe ressaltar que os contratos a termo celebrados no âmbito do MDL são denominados *Emission Reduction Purchase Agreement* (ERPA). Este instrumento estabelece um preço fixo para a comercialização das RCEs durante todo o período de contrato, eliminando os riscos inerentes às flutuações do seu preço à vista.

Neste trabalho foi considerado que a obrigação da parte vendedora se restringe a entregar todas as RCEs produzidas pelo projeto, sem que qualquer limite de quantidade tenha sido estabelecido para a operação. Em geral, é comum que o agente vendedor tenha que se comprometer com a entrega de uma certa quantidade mínima de RCEs, principalmente quando o preço negociado é elevado. Entretanto, contratos praticados nos termos considerados neste trabalho também são possíveis de serem encontrados.