

CONTRIBUIÇÃO POTENCIAL DAS FLORESTAS DE ARAUCÁRIA PARA A SUSTENTABILIDADE DA AGRICULTURA FAMILIAR DO CENTRO-SUL DO PARANÁ*

Márcio da Silva**
Ademir Clemente***

RESUMO

A desagregação das áreas de florestas é um processo persistente e praticamente inevitável, considerando-se os padrões atuais de sustentabilidade. Os agricultores familiares se veem numa situação de dupla pressão: por um lado devem cumprir a legislação ambiental, respeitando as áreas de florestas legalmente protegidas e, por outro, precisam continuar produzindo alimento e matéria-prima para garantir o sustento da família e a manutenção da propriedade. É sobre os agricultores familiares que trata este artigo, sobretudo pela ótica da sustentabilidade econômica e ambiental. Para isso, abordam-se questões relacionadas ao desenvolvimento sustentável e a visão que a economia ambiental e ecológica tem sobre os recursos naturais; as convenções mundiais que visam mitigar os efeitos nocivos do aquecimento global, bem como faz-se a análise de rentabilidade do uso racional da Reserva Legal, por meio da introdução da Araucaria angustifolia, com o objetivo de produção de pinhão e sequestro florestal de carbono, como forma de contribuir para a sustentabilidade econômica e ambiental das propriedades dos agricultores familiares da região centro-sul do Paraná. A análise da rentabilidade é realizada por meio de planilhas eletrônicas do Microsoft Excel (Windows), em que são apresentados os indicadores de viabilidade econômica para um hectare de araucária. Os resultados encontrados demonstram que o projeto proposto melhora a sustentabilidade econômica e ambiental das unidades produtivas dos agricultores familiares, uma vez que eleva a renda monetária por hectare em cerca de 2,5 vezes, comparada com a receita do feijão, exploração típica da agricultura familiar desta região, analisada a partir das informações disponíveis, além de gerar impacto positivo ao meio ambiente.

Palavras-chave: Agricultura familiar. Desenvolvimento sustentável. Sequestro florestal de carbono. Mudanças climáticas. Araucária.

*Este artigo reúne os principais elementos da dissertação "A contribuição de florestas de araucária para a sustentabilidade dos sistemas faxinais", de Márcio da Silva, defendida em 2005 no Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Econômico – Mestrado Profissionalizante, do Departamento de Economia da Universidade Federal do Paraná (UFPR), tendo como orientador o Prof. Dr. Ademir Clemente.

**Agrônomo, mestre em Desenvolvimento Econômico Profissionalizante pela Universidade Federal do Paraná (UFPR). E-mail: dasilva@seab.pr.gov.br

***Economista e Engenheiro, mestre em Engenharia de Produção pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), doutor em Engenharia de Transportes pela mesma universidade. E-mail: ademir@ufpr.br

Artigo recebido para publicação em dezembro/2008. Aceito para publicação em maio/2009.

ABSTRACT

The degradation of woodlands is a relentless and virtually unavoidable process, considering our current patterns of sustainability. The familial farmers find themselves in a double pressure situation: on the one hand, they must obey the environmental law, preserving the legally protected woodlands, but, on the other hand, they have to produce food and crops in order to provide sustenance for their families and guarantee the maintenance of their lands. This paper treats about familial farmers, especially from the point of view of economic and environmental sustainability. Therefore, it approaches some questions related to sustainable development and to the views that both environmental and ecological economy have on natural resources; related to the worldwide conventions that aim to mitigate the harmful effects of the global warming; and it also performs an analysis of the profitability of the rational use of Legal Forest Reserves, by means of the introduction of Araucaria angustifolia, aiming to the production of pine nuts and the forest carbon sequestration, as a way to contribute to the economic and environmental sustainability of the small farmers' lands in South-Central Parana State. The analysis of profitability is performed by means of Microsoft Excel (Windows) spreadsheets, presenting the economic viability indices per Araucaria-grown hectare. The results found show that the proposed project improves the economic and environmental sustainability in the familial farmers' producing units, since it increases the profits per hectare in about 2.5 times, if compared with the incomes obtained by bean crops – a typical produce from the familial agriculture in that region –, as analyzed from the available informations, besides raising a favourable impact on the natural environment.

Keywords: Familial agriculture. Sustainable development. Forest carbon sequestration. Climatic changes. Araucaria.

INTRODUÇÃO

A marcante presença do agronegócio na economia brasileira e, em particular, na economia paranaense, constitui fator a ser destacado em tudo que se refira à sustentabilidade. Com relação às pequenas propriedades rurais, observa-se que, na tentativa de viabilização econômica por meio de aumento horizontal da produção, essas agregaram ao processo produtivo áreas de florestas naturais, notadamente as áreas de Reserva Legal (RL).

Os pequenos proprietários se veem numa situação de dupla pressão: por um lado devem cumprir a legislação ambiental, recompondo as áreas de florestas legalmente protegidas e, por outro, precisam continuar produzindo alimento e matéria-prima para garantir o sustento da família e a manutenção da propriedade. A recomposição das áreas de florestas representa dificuldade considerável para milhares de agricultores familiares, pois além de terem de arcar com os seus custos perdem parte das áreas produtivas. Isto pode inviabilizar economicamente a manutenção da propriedade.

Nesse cenário, os Mecanismos de Desenvolvimento Limpo (MDL), uma das opções com capacidade de mitigar os efeitos nocivos das mudanças climáticas, podem

oferecer alternativa de complementação da renda das pequenas propriedades rurais, por meio do comércio de créditos de sequestro de carbono e de pinhão¹.

A comercialização de créditos de carbono e de pinhão, advindos de projetos de reflorestamento com *Araucaria angustifolia* (Pinheiro-do-Paraná), pode contribuir para a viabilização ambiental, econômica e social das unidades produtivas pertencentes aos agricultores familiares. Quanto ao aspecto social, cabe destacar as parcerias, estruturas e normas que surgem em função dessa nova atividade econômica, inclusive para dar destinação aos novos recursos, de acordo com as prioridades das comunidades envolvidas.

Todo o agronegócio do centro-sul do Paraná, região de ocorrência das matas de araucária, pode se beneficiar com a implantação dos reflorestamentos de *Araucaria angustifolia*, seja pelo efeito positivo do novo fluxo de renda sobre a economia local, seja por uma variedade de reflexos positivos originados do meio ambiente equilibrado. Dessa forma, abre-se a possibilidade de conciliar o cumprimento da legislação ambiental com a sustentabilidade dos agricultores familiares.

A identificação das formas mais adequadas de comercialização dos créditos de carbono, bem como a quantificação monetária destes títulos, fazem-se necessárias, uma vez que os projetos devem seguir as regras e os procedimentos relativos ao MDL, de acordo com as diretrizes aprovadas nas diversas conferências sobre o assunto.

Este estudo busca quantificar a contribuição que o reflorestamento com araucária pode trazer para as propriedades familiares em termos de rentabilidade econômica, quando comparada com os principais arranjos produtivos praticados na região em questão.

1 A SUSTENTABILIDADE DO DESENVOLVIMENTO

A busca de crescimento econômico e a preservação do meio ambiente são frequentemente consideradas objetivos contraditórios. Nessa perspectiva, existem evidências suficientes para comprovar que a industrialização e a urbanização criam pressões significativas sobre a base natural, seja pela utilização acelerada de recursos naturais exauríveis nos processos produtivos, seja devido à emissão de poluentes em volumes além da capacidade de absorção pela natureza, degradando a qualidade do meio ambiente (MAY; MOTTA, 1994). O conceito de recurso é fundamentalmente econômico e funcional e nasce da interação entre homem e natureza com o objetivo de satisfazer necessidades e alcançar certos fins. Em última instância, os recursos naturais têm uma dimensão cultural básica, posto que o conhecimento é o maior dos recursos, pois permite gerar outros recursos, dependendo da capacidade tecnológica, necessidades e nível de desenvolvimento alcançado (HERRERO, 1989).

A corrente de pensamento centrada no antagonismo entre crescimento econômico e conservação ambiental busca apoio na observação de que as nações

¹O pinhão, semente da araucária, cujo fruto é denominado de pinha, é comestível, nutritivo e muito apreciado no sul do Brasil. As sementes são ricas em amido, proteínas e gorduras.

desenvolvidas alcançaram crescimento econômico à custa de degradação ambiental e, então, defende a posição de que tal padrão de crescimento é inevitável para as nações que se encontram ainda em desenvolvimento (MAY; MOTTA, 1994).

Como oposição à corrente que pregava a incompatibilidade entre crescimento econômico e preservação dos recursos naturais, surgiu no Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), em 1974, no México, o conceito de Estratégias de Ecodesenvolvimento, que centralizava sua análise na satisfação das necessidades fundamentais das populações pobres, na adaptação das tecnologias e dos modos de vida às particularidades dos macroecossistemas, na valorização dos dejetos e eliminação dos desperdícios e na exploração dos recursos pela concepção de sistemas integrados (MAIMON, 1992).

O conceito de ecodesenvolvimento surgiu nesse contexto de controvérsia sobre as relações entre crescimento econômico e meio ambiente. Ele emerge como uma proposição conciliadora, e reconhece que o progresso técnico efetivamente torna relativos os limites ambientais mas não os elimina, e que o crescimento econômico é condição necessária mas não suficiente para a eliminação da pobreza e das disparidades sociais (ROMEIRO, 2001).

Em 1980, a União Internacional para a Conservação da Natureza (UICN), ao propor a Estratégia Mundial de Conservação, enfatizou que a conservação e o crescimento não seriam incompatíveis, senão mutuamente dependentes, pois crescer requer recursos naturais, e para cuidar destes são necessários meios econômicos. A UICN, ao chamar essa confluência de “desenvolvimento sustentável”, lançou o termo no âmbito internacional já na primeira metade dos anos 1980, e conseguiu que a maior parte dos governos se familiarizasse com esse enfoque (ADAMS, 1990, citado por CHANG, 2004).

Posteriormente, em 1987, a Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (CMMAD), vinculada à Organização das Nações Unidas (ONU), publicou um documento conhecido por Relatório Brundtland, o qual passou a se denominar “Nosso Futuro Comum”. Este documento difundiu o conceito de Desenvolvimento Sustentável², que asseguraria às gerações futuras pelo menos as mesmas oportunidades de progresso econômico sem prejudicar a qualidade do ambiente físico. Este novo padrão de desenvolvimento possuía três vertentes principais: crescimento econômico, equidade social e equilíbrio ecológico (MAIMON, 1992).

A Agenda 21, acordo celebrado no Rio de Janeiro em junho de 1992, durante a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (CNUMAD), também conhecida por ECO-92, está repleta de referências à necessidade da *internalização*³ dos custos ambientais para que se reflitam nos preços das

²“O desenvolvimento sustentado responde às necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras de responder às suas necessidades.” (Relatório BRUNDTLAND, 1987, citado por MAIMON, 1992).

³Nessas circunstâncias, a *internalização* corresponderia à inserção dos custos econômicos associados ao consumo além da capacidade de renovação do recurso ambiental (MAIA, ROMEIRO, REYDON, 2004).

commodities, da terra e dos recursos de propriedade comum (MAY, 1995). Os estudos conduzidos como subsídios a essas negociações mostraram claramente que os padrões de consumo dos países industrializados, notadamente localizados no Hemisfério Norte, foram os principais responsáveis pelos problemas emergentes de mudanças climáticas (PARIKH et al., 1994, citados por MAY, 1995). A estabilização dos níveis de consumo pressupõe uma mudança de atitude e de valores que contraria a lógica do processo de acumulação essencial ao capitalismo, que se caracteriza pela criação incessante de novas necessidades de consumo (ROMEIRO, 2001).

As discussões e negociações no âmbito da ECO-92 evidenciaram a preocupação dos países pobres com o “direito ao desenvolvimento”, independentemente da degradação adicional que isto poderia causar à saúde do planeta: “qualquer movimento no sentido de impedir que esses direitos sejam exercidos, através de acordos globais de cunho ambiental, pode ser interpretado como um mecanismo para garantir que o pobre continuará pobre” (MAY, 1995, p.3).

Por outro lado, o esforço de crescimento dos países pobres busca reproduzir os padrões de produção e consumo dos países industrializados, que são tomados como referência. Assim, o progresso dos países pobres se caracteriza como inexoravelmente prejudicial ao meio ambiente e resulta em comprometimento adicional da qualidade de vida das gerações futuras.

Para alcançar sustentabilidade, necessita-se incorporar na contabilidade os bens e serviços do ecossistema. Para isso, primeiramente é preciso atribuir a esses bens e serviços valores comparáveis àqueles dos bens e serviços econômicos. Tais valores devem levar em conta o quanto dos sistemas ecológicos ainda pode ser comprometido. Até que ponto se pode substituir capital antrópico por capital natural, e quanto do capital natural é substituível?⁴ (EL SERAFY, 1991, citado por COSTANZA, 1994). Por exemplo: seria possível substituir os serviços de filtragem da radiação executados pela camada de ozônio, que estão sendo atualmente destruídos? (COSTANZA, 1994, p.123).

No centro desse novo paradigma do crescimento, segundo Motta (1995), observam-se dois aspectos:

- a escassez dos recursos naturais e dos serviços ambientais já se encontra em níveis suficientemente elevados para constituir ameaça à continuidade do padrão de crescimento observado;
- isso implica que um novo padrão deve ser incentivado por meio do estabelecimento de novos preços relativos dos recursos naturais e serviços ambientais.

No que se refere ao futuro do planeta, o comportamento coletivo da humanidade deveria ser no sentido de assegurar que os custos indiretos do

⁴Grande parte da literatura utiliza a denominação capital material; opta-se, aqui, por adotar a denominação capital antrópico para destacar que é resultado da ação humana.

desenvolvimento fossem identificados e reduzidos, e que aqueles que tivessem sofrido diminuição de bem-estar fossem adequadamente compensados por suas perdas.⁵

No entanto, para atingir esse objetivo as negociações globais requerem que todos percebam o mundo como um sistema de valores semelhantes, concordem quanto à natureza e extensão dessas perdas e estejam dispostos a fazer ajustes compensatórios em seu comportamento ou pagar para amenizar os custos ambientais (MAY, 1995).

O entendimento das interações existentes entre os sistemas econômicos e ecológicos, assim como sua abordagem como um só sistema total, integrado, são cruciais para a sustentabilidade (COSTANZA, 1994).

2 MUDANÇAS CLIMÁTICAS GLOBAIS

Os Gases de Efeito Estufa (GEE), como o dióxido de carbono (CO_2), ozônio (O_3), metano (CH_4), óxido nitroso (N_2O) e vapor d'água (H_2O), apresentam a propriedade de reter parte do calor da radiação solar que incide sobre a Terra, funcionando como uma capa protetora que impede que todo o calor escape para o espaço exterior. Assim, pela ação do efeito estufa, a atmosfera se mantém cerca de 30°C mais aquecida, possibilitando a existência de vida no planeta (BRASIL, 2003a).

O contínuo e crescente aumento das emissões de gases de efeito estufa, principalmente após a revolução industrial, resultou na quase duplicação da concentração destes gases na atmosfera, a uma velocidade muito mais rápida do que a capacidade de adaptação da biosfera (FERRETTI, 2002).

O gás que mais contribui para a intensificação do efeito estufa, o dióxido de carbono (CO_2), é produzido principalmente a partir da queima de combustíveis fósseis (carvão, petróleo e gás natural), em usinas termoelétricas, unidades industriais, veículos e sistemas domésticos de aquecimento. A concentração desse gás na atmosfera tem aumentado muito nas últimas décadas, notadamente devido aos países industrializados. No período que antecede a revolução industrial, a concentração de dióxido de carbono era de 280 partes por milhão (ppm), estando, atualmente, próxima de 360 ppm (BRASIL, 2003a; ARAÚJO, 1999).

Entre 40% e 45% do dióxido de carbono emitido para a atmosfera tem origem na combustão de petróleo e carvão. A queima de florestas responde por 15%. As queimadas, os transportes, as indústrias e o consumo doméstico, em conjunto, lançam anualmente 21 bilhões de toneladas deste gás para a atmosfera (ARAÚJO, 1999).

As mudanças climáticas provocadas pelo efeito estufa possuem dimensões e custos imprevisíveis, expressos pelas consequências sociais, econômicas e ambientais que afetarão todos os países, sentidos de forma diferenciada sobretudo pelos países mais pobres. Nos últimos 70 anos, registrou-se um aumento médio de $0,6^\circ\text{C}$ na temperatura da superfície do globo (BRASIL, 2003a).

⁵A resolução das externalidades é de natureza econômica, resultando em aumento no preço (princípio poluidor-pagador) ou em queda nos níveis de produção (MAY, 1995).

Segundo Gupta (2000), citado por Ferretti (2002), se mantidas as emissões atuais, em 2100 será observado aumento na temperatura média da Terra entre 1°C e 3,5°C, elevando o nível dos mares de 15 cm a 95 cm, variações maiores do que as experimentadas nos últimos dez mil anos. O *Intergovernmental Panel on Climate Change* - IPCC (2001) prevê um cenário ainda mais catastrófico, em que a temperatura média do planeta irá se elevar entre 1,5°C e 5,8°C no mesmo período.

2.1 O CARBONO E AS FLORESTAS

O carbono faz parte dos dois gases mais importantes para o efeito estufa, metano (CH₄) e dióxido de carbono (CO₂), e é o elemento químico mais abundante nos ciclos biogeoquímicos. O carbono passa a fazer parte da biomassa através do processo de fotossíntese, pois os seres fotossintetizantes incorporam o gás carbônico atmosférico, transformando-o em moléculas orgânicas (AMBIENTE BRASIL, 2004; CAMPOS, 2001).

O crescimento das florestas, com a consequente absorção e armazenamento de dióxido de carbono, forma grandes reservatórios de carbono, denominados sumidouros⁶. Esse processo, conhecido por sequestro de carbono, é considerado importante alternativa para o combate ao efeito estufa por meio da implantação de projetos que visem ao incremento da cobertura florestal, tais como florestamento, enriquecimento florestal ou reflorestamento. A função ambiental das florestas de remover dióxido de carbono da atmosfera passou a lhes agregar valor econômico, mostrando-se o mercado apto a pagar por esse serviço. Além da fotossíntese, outros processos estão envolvidos no ciclo do carbono: respiração – reação da biomassa com o oxigênio liberando dióxido de carbono e energia; decomposição – respiração dos microorganismos durante a digestão da matéria orgânica; e combustão - liberação de energia e dióxido de carbono sob a ação de calor (CAMPOS, 2001).

Segundo Chang (2004), o dióxido de carbono circula entre quatro principais estoques de carbono: a atmosfera, os oceanos, os depósitos de combustível fóssil, o solo e sua biomassa. No balanço global de carbono na atmosfera, dos 6,3 gigatoneladas - Gt emitidos anualmente, 3,3 permanecem na atmosfera, provocando efeito estufa, e o restante é reabsorvido pelos oceanos (2,3 Gt) e pelos ecossistemas terrestres (0,7 Gt).

As mudanças no uso da terra são fontes importantes de emissão de carbono. Quando, por exemplo, se opta por substituir áreas de floresta por agricultura, há dupla perda: primeiramente do carbono armazenado na biomassa, e, posteriormente, do déficit da atividade agrícola, uma vez que o carbono por ela fixado não compensa o liberado (ODUM, 1998, citado por CAMPOS, 2001).

Apesar de a emissão terrestre alcançar 1,7 Gt C/ano (gigatonelada de carbono ao ano), impulsionada principalmente pela mudança no uso do solo nos trópicos, ocorreu absorção líquida de 0,7 Gt C/ano, devido ao crescimento das florestas

⁶Sumidouros são quaisquer processos, atividades ou mecanismos, incluindo a biomassa e, em especial, florestas e oceanos, que têm a propriedade de remover um gás de efeito estufa da atmosfera (FERRETTI, 2002).

localizadas nas médias e altas altitudes e ao efeito da fertilização do carbono.⁷ O 1.º Relatório de Avaliação do *Intergovernmental Panel on Climate Change* (1990) mostrou que o dióxido de carbono na atmosfera é responsável por 80% do aquecimento e que sua concentração aumenta à taxa de 0,4% ao ano (CHANG, 2004).

Entre 1850 e 1998, cerca de 270 Gt C foram emitidas pela queima de combustíveis fósseis, enquanto a mudança do uso da terra contribuiu com 136 Gt C. No mesmo período, as emissões totais da mudança do uso da terra, provocadas pelo desmatamento das florestas tropicais, contribuíram com 37% das emissões (SR-LULUCF, 2000 e HOUGHTON, 1991, citados por CAMPOS, 2001).

Reservatórios naturais e sumidouros, que têm a propriedade de absorver o dióxido de carbono da atmosfera, também são afetados pela ação antrópica, como as queimadas e os desmatamentos (BRASIL, 2003a). Chang (2004, p.43) destaca: “cada vez mais, a pesquisa científica vem comprovando que grande parte do aquecimento tem origem antrópica e que, portanto, a própria ação humana poderia e deveria intervir para o seu refreamento”.

Verifica-se que para estabilizar, ou ao menos diminuir, as emissões da quantidade de dióxido de carbono na atmosfera, deve-se reduzir o uso de combustíveis fósseis, aumentar o uso de energias renováveis, rever os padrões de consumo, reduzir o desmatamento e estimular a implantação de sumidouros de carbono.

2.2 INICIATIVAS PARA A MITIGAÇÃO DO EFEITO ESTUFA

Em 1972, em Estocolmo, houve a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente (CNUMA), em que, pela primeira vez, o meio ambiente e as necessidades de desenvolvimento foram discutidos em escala global. A realização dessa conferência culminou com a criação do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), dada a urgência de um novo posicionamento diante das questões ambientais globais. Em 1982, em Nairobi, foi realizada a avaliação dos dez anos da Conferência de Estocolmo, deliberando-se pela constituição de uma Comissão Mundial de Meio Ambiente e Desenvolvimento, instalada no ano seguinte.

Em resposta às diversas evidências científicas da possibilidade de mudança do clima, o PNUMA e a Organização Meteorológica Mundial criaram, em 1988, o *Intergovernmental Panel on Climate Change*, órgão responsável por fornecer informações sobre os avanços científicos, os impactos e a economia, além de oferecer opções para mitigação e adaptação dos fenômenos relacionados às mudanças do clima. O IPCC elabora, a cada cinco anos, três relatórios de avaliação: Bases Científicas; Impactos, Adaptação e Vulnerabilidade; e Mitigação, nos quais são reunidos os novos conhecimentos sobre esses temas (CAMPOS, 2001). Por meio desses relatórios, o IPCC forneceu os elementos científicos necessários e as bases para a negociação e o

⁷O aumento da concentração atmosférica de CO₂ causa um crescimento nas taxas de fotossíntese das plantas, intensificando sua capacidade de absorção de carbono, possibilitando uso mais eficiente da água e aumentando o carbono estocado na biomassa (CAMPOS, 2001).

estabelecimento da Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças do Clima (PEREIRA, 2002).

O Primeiro Relatório de Avaliação do IPCC sobre o aumento da temperatura global devido à intensificação do efeito estufa foi finalizado em 1991 e tornou evidentes as consequências danosas para todo o planeta. Esse relatório passou a ser considerado referência mundial para medidas de mitigação do aquecimento global (CHANG, 2004).

Em 1992, a Assembleia Geral das Nações Unidas decidiu realizar a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento no Rio de Janeiro. Esta Conferência, também conhecida como Cúpula da Terra, Conferência do Rio, ou simplesmente Rio-92, gerou os seguintes documentos: Agenda 21, Declaração do Rio, Declaração de Princípios sobre Florestas, Convenção sobre Diversidade Biológica e Convenção Quadro sobre Mudanças Climáticas (SEQUINEL, 2002).

No contexto deste trabalho, o documento mais importante da Rio-92 é a Convenção Quadro sobre Mudanças Climáticas – Convenção do Clima, negociada e assinada por 154 nações, além da União Europeia (BRASIL, 2003b; FÓRUM BRASILEIRO DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS, 2003).

A Convenção do Clima propõe ações para estabilizar as concentrações atmosféricas dos gases de efeito estufa, de forma a minimizar as interferências perigosas que as atividades antrópicas possam causar no clima do planeta.

A convenção tem dois princípios básicos: precaução e responsabilidade comum, porém diferenciada. De acordo com o princípio da precaução, a ausência de certeza científica não deve ser razão para que medidas destinadas a prever, evitar ou minimizar as causas das mudanças do clima deixem de ser adotadas. O princípio da responsabilidade comum, porém diferenciada, reconhece que a maior parcela das emissões globais de GEE é proveniente dos países industrializados. Com base nesse princípio, foram criados dois grupos de países: países industrializados, que em 1992 eram membros da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), e que foram listados no Anexo I da convenção, e outros países partícipes da Convenção (CAMPOS, 2001). Convém destacar que os países do Anexo I são aqueles que possuem metas para redução de emissões, definidas pelo Protocolo de Quioto. Essa classificação tem como objetivo separar os países segundo a responsabilidade pelo aumento da concentração atmosférica de GEE (LOPES, 2002).

As reuniões para discutir as mudanças climáticas e possíveis soluções são denominadas Conferência das Partes - COP (ROCHA, 2002).

2.3 O PROTOCOLO DE QUIOTO

A mais importante Conferência no âmbito da temática deste trabalho foi a COP 3, realizada em 1997, em Quioto, em que foi estabelecido um acordo incluindo metas e prazos relativos à redução ou limitação das emissões futuras de dióxido de carbono e outros gases responsáveis pelo efeito estufa, além de definir critérios e diretrizes para a utilização dos mecanismos de mercado. Este acordo ficou conhecido

como Protocolo de Quioto (PQ) e estabeleceu que os países industrializados (Partes do Anexo I) devem reduzir suas emissões em 5,2%, em média, tendo como referência os níveis de emissões observados em 1990. Estabeleceu, ainda, que esta redução deve ser alcançada entre os anos 2008 e 2012, primeiro período de compromisso. Para que o Protocolo entre em vigor é necessário que seja ratificado por pelo menos 55 países que representem ao menos 55% das emissões globais de GEE (PROTOCOLO, 1999; ROCHA, 2002).

Apesar de os Estados Unidos, responsáveis por 36% das emissões globais de dióxido de carbono, não terem ratificado o PQ, este entrou em vigor em fevereiro de 2005, após ratificação pela Rússia.

O Protocolo de Quioto estabeleceu, ainda, mecanismos de flexibilização, a serem utilizados pelas Partes do Anexo I (países industrializados) para cumprimento dos compromissos da Convenção. Esses mecanismos possuem o objetivo de reduzir os custos da mitigação do efeito estufa para os países com compromisso de redução de emissões.

2.3.1 Mecanismos de Flexibilização

Os Mecanismos de Flexibilização permitem que os países do Anexo I adquiram unidades de redução de emissões de GEE, diretamente ou através de investimentos em projetos em outros países, considerando a característica global dos efeitos da mudança climática (PEREIRA, 2002).

Esses mecanismos baseiam-se no princípio da eficiência e estabelecem um mercado de créditos, também denominados Certificados de Redução de Emissões. Apesar de os mecanismos de mercado facilitarem o atendimento às metas de forma custo-eficiente, mostram-se inadequados para garantir equidade, tendendo inclusive ao aprofundamento dos problemas distributivos (PEREIRA, 2002).

São três os Mecanismos de Flexibilização: Comércio de Emissões, Implementação Conjunta e Mecanismo de Desenvolvimento Limpo.

O primeiro consiste no comércio de emissões, de forma suplementar às ações domésticas destinadas ao cumprimento das metas, pelas partes do Anexo B do Protocolo de Quioto - PQ.⁸ Esses países, com maiores custos de redução de emissões, adquiririam permissões de emissão para integralizar o cumprimento dos seus compromissos (PEREIRA, 2002).

A Implementação Conjunta permite o financiamento, entre países do Anexo I, de projetos que possam gerar Unidades de Redução de Emissão (URE). Estas unidades podem ser creditadas ao país investidor, contribuindo para suas metas, desde que sejam debitadas ao país receptor, garantindo-se o cumprimento da meta global de redução. Destaca-se que a aquisição de URE deve ser suplementar às ações domésticas realizadas com o objetivo de cumprir os compromissos dos países investidores (PEREIRA, 2002).

⁸O Anexo B do Protocolo de Quioto inclui as Partes listadas no Anexo I Retificado da Convenção e exclui a Turquia e a Bielo-Rússia.

O Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) consiste no financiamento de projetos que possam gerar Reduções Certificadas de Emissão (RCE), a serem creditadas ao país investidor, como parte de suas obrigações de redução de emissões. As RCE são derivativos financeiros que facilitam as transações comerciais para as empresas dos países que devem reduzir as emissões de dióxido de carbono (NANNI, 2002; ARAÚJO, 1999).

Nesse mecanismo, os países receptores dos investimentos não podem estar incluídos no Anexo I, ou seja, são países que não possuem metas de redução de emissão. Dessa forma, o MDL contribui para que as Partes do Anexo I cumpram suas metas de redução e direcionem investimentos aos demais países. Um dos objetivos do MDL é alavancar o desenvolvimento sustentável dos países anfitriões mediante esses investimentos (PEREIRA, 2002).

São três os objetivos específicos do MDL: promover o desenvolvimento sustentável, contribuir para o alcance das metas ambientais definidas pela CNUMAD e contribuir com os países do Anexo I para o alcance de suas metas de redução de emissões (MUYLAERT, 2000).

O MDL é o único mecanismo que permite aos países em desenvolvimento a comercialização de créditos de carbono. Estes podem ser utilizados, em parte, para atender aos compromissos de redução de emissões dos países desenvolvidos, mediante o aporte de recursos financeiros a projetos que visem à redução da concentração atmosférica de GEE, principalmente do dióxido de carbono (FERRETTI, 2002; MARTINS, 1999; BRASIL, 2003a).

O MDL baseia-se na implantação de projetos que resultem em redução da emissão ou em aumento da remoção de dióxido de carbono, por sumidouros, mediante investimentos em tecnologias mais eficientes, substituição de fontes fósseis de energia, racionalização do uso da energia, reflorestamento, entre outros (LOPES, 2002).

No Brasil, segundo o Ministério da Ciência e Tecnologia, têm prioridade os projetos de fontes renováveis de energia, de elevação da eficiência e da conservação de energia, de aterros sanitários, reflorestamento e estabelecimento de novas florestas e projetos agropecuários.

2.3.2 O Sequestro Florestal de Carbono no Âmbito do MDL

A forma mais eficiente para mitigar o problema da mudança climática é a redução da emissão de GEE pelo uso de tecnologias limpas, sobretudo as que visam à substituição dos combustíveis fósseis. Por sua vez, o sequestro de carbono atua na outra ponta, retirando do ar o carbono emitido. O sequestro de carbono se dá basicamente de duas formas: pela ação humana (mitigação antrópica), através das tecnologias disponíveis, e pela própria natureza (mitigação biológica), através do ciclo natural do carbono. A mitigação biológica pode ser realizada pelo sequestro de carbono: absorção do dióxido de carbono feita pela vegetação por meio da fotossíntese.

O conceito de sequestro de carbono foi consagrado na Conferência de Quioto por se tratar da forma de mitigação do efeito estufa de menor custo (CHANG, 2004).

Há uma grande controvérsia sobre o potencial de sequestro de carbono dos projetos florestais: as estimativas variam de 11,7 Gt C a 87,0 Gt C, conforme a fonte. Mas, de qualquer forma, a realização desse potencial depende da disponibilidade de terra, água e de políticas abrangentes, notadamente nos setores agrícola e florestal. Segundo o IPCC (2001), citado por Chang (2004), as barreiras que mais restringem o potencial dos países em desenvolvimento são: existência de incentivos ao desmatamento; sistema de posse e direito da terra inseguro; e falta de capacidade técnica e institucional para monitorar e verificar os esforços de mitigação e seus desdobramentos.

Os projetos de sequestro florestal de carbono devem atender a três critérios básicos: permanência, vazamento e adicionalidade. A permanência traz a ideia de temporalidade desses projetos, que depende do destino das florestas: utilizadas como fonte de matéria-prima ou submetidas à decomposição, liberarão o carbono finalmente à atmosfera. A solução para esse problema, dada pela Conferência de Milão, foi fixar um prazo de validade para as RCE florestais, que, depois de vencidas, devem ser renovadas. Por sua vez, o vazamento é considerado externalidade negativa, é de difícil previsão e contabilização, e pode limitar a eficiência do projeto. A adicionalidade estabelece que o sequestro de carbono atribuível ao projeto é adicional em comparação com a situação sem sua implantação. Com relação aos critérios de vazamento e adicionalidade, a Conferência de Marraqueche, que aprovou a inclusão do sequestro florestal de carbono no PQ, estabeleceu critérios para a validação dos créditos de carbono, os quais devem ser adicionais, descontados os possíveis vazamentos (CHANG, 2004).

A comercialização de créditos de sequestro de carbono poderia ser uma alternativa favorável à viabilização ambiental, econômica e social das comunidades dos agricultores familiares paranaenses. Para tanto é necessário estabelecer normas, estruturas e parcerias para direcionar esse novo fluxo de recursos de acordo com as prioridades das comunidades envolvidas, com a observância do conceito de desenvolvimento sustentado.

2.4 ACESSO AO MERCADO DE CARBONO

Todas as entidades públicas e privadas podem participar de projetos de sequestro de carbono, tanto individualmente quanto em parcerias, independentemente de o país estar listado no Anexo I do Protocolo de Quioto.

Os projetos de sequestro de carbono devem ser submetidos a avaliação. As instituições e os procedimentos envolvidos na avaliação desses projetos foram previstos pela 7.^a Conferência das Partes (COP-7). Dentre as instituições relacionadas, destacam-se: Conselho Executivo do MDL, responsável pelo registro das atividades de MDL e emissão de Certificados de Redução de Emissões (RCE), e Autoridade

Nacional Designada do país participante, que avalia os projetos de MDL. No Brasil, esta função é desempenhada pela Comissão Interministerial de Mudança Global do Clima (CIMGC) e pelas Entidades Operacionais Designadas, credenciadas pelo Conselho Executivo, que possuem as atribuições de validar projetos, de verificar e certificar as remoções de dióxido de carbono e de emitir relatórios (LOPES, 2002).

Para que os projetos de sequestro de carbono sejam aprovados e reconhecidos, devem passar pelas etapas do Ciclo de Projeto: elaboração do Documento de Concepção do Projeto (DCP); validação e aprovação; registro; monitoramento; verificação e certificação e, por fim, emissão e aprovação das Reduções Certificadas de Emissões (LOPES, 2002).

A implantação de projetos e a aquisição das RCE poderão envolver agentes econômicos públicos e privados e deverão estar sujeitas às orientações do Conselho Executivo do MDL.

Os projetos de sequestro de carbono têm como objetivo, além de minimizar o efeito estufa, o de promover o desenvolvimento sustentável, tendo como pré-requisito o envolvimento das comunidades, sobretudo as que apresentam elevada concentração de agricultores familiares. Nesse sentido, as entidades participantes mostram às comunidades os benefícios econômicos, sociais e ambientais que projetos desta natureza podem trazer e ajudam a criar o conhecimento e tecnologia necessários para o seu desenvolvimento.

3 A ARAUCÁRIA E A AGRICULTURA FAMILIAR

A área coberta por florestas no início do século passado abrangia 84% da superfície do Estado do Paraná. A exploração madeireira e o desmatamento para expansão da agricultura diminuíram sensivelmente a cobertura florestal a tal ponto que atualmente apenas 8,6% da área do Estado é coberta por Florestas Nativas Primárias (PROJETO FAO-GCP/BRA/025/FRA, 1990; IAP, 2003).

A situação dos recursos florestais possui um condicionante socioeconômico importante quando se trata de pequenas propriedades rurais. Nessas propriedades, predominantemente de agricultura familiar, as áreas florestais foram incorporadas ao processo produtivo para proporcionar aumento da produção agrícola, necessário a sua sustentação. A agricultura familiar está presente em cerca de 90% das propriedades rurais do Paraná (INCRA, 2000).

O atendimento à legislação ambiental poderia comprometer a sobrevivência desses agricultores, pois devem destinar parte das áreas ocupadas atualmente com atividades produtivas para recompor as Áreas de Preservação Permanentes e Reserva Legal.

Como possibilidade de amenizar o impacto econômico e social que a imposição da legislação ambiental pode trazer aos agricultores familiares propõe-se a implantação de reflorestamentos de araucária na região centro-sul do Paraná, abrangida pela Floresta Ombrófila Mista (Mata de Araucária). Os reflorestamentos de araucária encontram

condições edafoclimáticas favoráveis nessa região e poderiam representar significativa elevação de renda dos agricultores familiares que ali são predominantes, tanto pelo sequestro florestal de carbono quanto pela produção de pinhão.

O sequestro florestal de carbono é medido pelo carbono orgânico que compõe cada uma das partes da araucária. As informações utilizadas para dimensioná-lo foram baseadas no trabalho de Watzlawick (2003), que estudou a composição de carbono orgânico arbóreo em povoamentos de *Araucaria angustifolia* em diferentes idades, no município de General Carneiro, no Paraná, em 2001. Na tabela a seguir são apresentadas as quantidades de carbono orgânico arbóreo por componente da planta.

TABELA 1 - CARBONO ORGÂNICO ARBÓREO EM INDIVÍDUOS DE *ARAUCARIA ANGUSTIFOLIA*

IDADE (anos)	COMPONENTES (kg)						TOTAL
	Ramo aciculado	Galhos vivos	Galhos mortos	Casca do fuste	Lenho do fuste	Raízes	
30	17,83	28,62	2,61	49,12	96,32	34,93	229,43

FONTE: WATZLAWICK (2003)

NOTA: Elaboração do autor.

O preço da tonelada de carbono sequestrado, na forma de dióxido de carbono, é muito variável: seu valor depende de fatores como estágio em que se encontra o projeto, confiabilidade nas quantidades sequestradas e possibilidade de monitoramento. Nos cálculos apresentados a seguir será considerado o valor médio de U\$ 5,00/t de carbono, de acordo com CDM & JI MONITOR (2005). As quantidades e valores por hectare, considerando a densidade de 150 pl/ha, são apresentados na tabela 2.

TABELA 2 - RECEITA ANUAL PREVISTA COM O COMPONENTE SEQUESTRO DE CARBONO

CARBONO (C)		CO ₂		CO ₂		RECEITA	
t/ha	kg/pl	t/ha	kg/pl	U\$/t	R\$/t	R\$/ha	R\$/pl
1,15	7,65	4,21	24,17	5,00	12,15	51,17	0,34

FONTES: WATZLAWICK (2003), CDM & JI MONITOR (2005)

NOTA: Elaboração do autor.

O valor utilizado para o dólar é de R\$ 2,43, referente aos valores do câmbio médio no período compreendido entre 03/01/2005 a 31/12/2005. No cálculo da conversão de carbono para dióxido de carbono deve-se multiplicar a quantidade de carbono orgânico contido nas árvores por 3,67 devido à diferença entre o peso molecular do dióxido de carbono e o peso atômico do carbono.

Com relação ao reflorestamento de araucária, segundo o Dr. Flávio Zanette, pesquisador e professor de fruticultura da Universidade Federal do Paraná, a densidade de plantas mais indicada à produção de pinhão é de 150 plantas por hectare. O conhecimento científico disponível permite alcançar início de produção

no décimo quinto ano, a qual cresce nos anos seguintes e se estabiliza a partir do vigésimo ano.

As informações de produção e produtividade do pinhão, bem como a receita gerada, são apresentadas na tabela 3. O preço médio recebido pelos agricultores em 2005, segundo SEAB/DERAL/DEB, foi de R\$ 0,93/kg. Em plantios comerciais a pleno sol, a produção de pinhão se inicia por volta do décimo quinto ano, enquanto nas populações naturais esta fase se inicia no vigésimo ano. Iniciada a produção, a árvore produz em média 40 pinhas por ano ao longo de toda a sua vida, que pode durar mais de 200 anos (IPEF, 2005).

TABELA 3 - PRODUÇÃO E RECEITA DE PINHÃO, POR HECTARE – REGIÃO CENTRO-SUL PARANAENSE

ARAUCÁRIA		PINHÃO		RECEITA	
Plantas/ha	Pinhas/pl	kg/pinha	R\$/kg	R\$/ha	R\$/pl
150	20	1,06	0,93	2.957,40	19,72

FONTES: AMBIENTEBRASIL (2004), IPEF (2005)

NOTA: Elaboração do autor.

Para o cálculo da produção de pinhão foi considerada apenas a produção de 75 árvores por hectare, uma vez que os indivíduos machos não produzem pinhão, mas são necessários para a fecundação. Dessa forma, a produção de 20 pinhas por planta para uma densidade de 150 plantas por hectare equivale à produção de 40 pinhas por planta para uma densidade de 75 plantas por hectare.

De acordo com o Dr. Flávio Zanette, a araucária deve ser tratada como espécie frutífera, devido, principalmente, à necessidade de um berço mais amplo para as mudas⁹. Esse renomado pesquisador recomenda também a utilização de terras de pinheirais nativos, pois estas possuem micorrizas¹⁰, o que melhora o seu desenvolvimento.

Na tabela 4, a seguir, são apresentados os valores por hectare, correspondentes à produção de pinhão e ao sequestro florestal de carbono, bem como o resultado operacional da atividade, ano a ano, para um horizonte de 30 anos.

Observa-se que o carbono, apesar de apresentar valores pouco expressivos, contribui a cada cinco anos para a manutenção das famílias. Fluxos de renda verdadeiramente significativos somente começam a ocorrer a partir do décimo quinto ano, com a produção de pinhão.

A produção de pinhão pode gerar, após estabilização da produção (o que ocorre por volta do vigésimo ano), uma receita líquida anual de R\$ 2.300,00 por hectare, aproximadamente. Feijão e milho, as principais culturas dos agricultores familiares, são capazes de gerar receitas por hectare de R\$ 929,00 e R\$ 364,00, respectivamente. Esta comparação torna evidente a alta rentabilidade do cultivo do pinhão (PARANÁ, 2005).

⁹Cova ou berço. Este é preferível por se tratar do início de uma atividade produtiva.

¹⁰Fungos que vivem associados às raízes de essências, em perfeita simbiose.

TABELA 4 - DEMONSTRATIVO ECONÔMICO DA ARAUCÁRIA, POR HECTARE, PARA A PRODUÇÃO DE PINHÃO E SEQUESTRO DE CARBONO – REGIÃO CENTRO-SUL PARANAENSE

ANO	PRODUÇÃO ANUAL		RECEITAS (R\$/ha)			DESPESAS (R\$/ha)	RESULTADO (R\$/ha)		
	Pinhão (kg/ha)	Carbono (t/ha)	Pinhão	Carbono	Total	Implanta- ção da Araucária	Pinhão	Carbono	Total
1	0	4,21	0,00	0,00	0,00	210,00	(210,00)	0,00	(210,00)
2	0		0,00	0,00	0,00	30,00	(30,00)	0,00	(30,00)
3	0		0,00	0,00	0,00	30,00	(30,00)	0,00	(30,00)
4	0		0,00	0,00	0,00	30,00	(30,00)	0,00	(30,00)
5	0	21,06	0,00	255,84	255,84	15,00	(15,00)	255,84	240,84
6	0		0,00	0,00	0,00	15,00	(15,00)	0,00	(15,00)
7	0		0,00	0,00	0,00	15,00	(15,00)	0,00	(15,00)
8	0		0,00	0,00	0,00	15,00	(15,00)	0,00	(15,00)
9	0		0,00	0,00	0,00	15,00	(15,00)	0,00	(15,00)
10	0	21,06	0,00	255,84	255,84	15,00	(15,00)	255,84	240,84
11	0		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
12	0		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
13	0		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
14	0		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
15	1.042	21,06	969,08	255,84	1.224,92	208,40	760,68	255,84	1.016,51
16	1.303		1.211,35	0,00	1.211,35	260,51	950,85	0,00	950,85
17	1.628		1.514,19	0,00	1.514,19	325,63	1.188,56	0,00	1.188,56
18	2.035		1.892,74	0,00	1.892,74	407,04	1.485,70	0,00	1.485,70
19	2.544		2.365,92	0,00	2.365,92	508,80	1.857,12	0,00	1.857,12
20	3.180	21,06	2.957,40	255,84	3.213,24	636,00	2.321,40	255,84	2.577,24
21	3.180		2.957,40	0,00	2.957,40	636,00	2.321,40	0,00	2.321,40
22	3.180		2.957,40	0,00	2.957,40	636,00	2.321,40	0,00	2.321,40
23	3.180		2.957,40	0,00	2.957,40	636,00	2.321,40	0,00	2.321,40
24	3.180		2.957,40	0,00	2.957,40	636,00	2.321,40	0,00	2.321,40
25	3.180	21,06	2.957,40	255,84	3.213,24	636,00	2.321,40	255,84	2.577,24
26	3.180		2.957,40	0,00	2.957,40	636,00	2.321,40	0,00	2.321,40
27	3.180		2.957,40	0,00	2.957,40	636,00	2.321,40	0,00	2.321,40
28	3.180		2.957,40	0,00	2.957,40	636,00	2.321,40	0,00	2.321,40
29	3.180		2.957,40	0,00	2.957,40	636,00	2.321,40	0,00	2.321,40
30	3.180	21,06	2.957,40	255,84	3.213,24	636,00	2.321,40	255,84	2.577,24

FONTE: O autor

A simples comparação das receitas com os desembolsos previstos no fluxo de caixa indica que esses projetos são economicamente viáveis. A tabela 5 mostra alguns indicadores de viabilidade considerando apenas horizonte de 30 anos, embora, como já assinalado, as árvores de araucária possam se manter produtivas por até 200 anos.

Os valores encontrados para o VPL indicam que o projeto apresenta ganho bem superior ao que seria obtido se o capital fosse aplicado a 8% ao ano.

Para projetos com horizontes dilatados, o VPLa é mais facilmente interpretado porque informa o ganho por período. Para o cultivo de um hectare, os dois arranjos apresentados resultam em ganhos anuais equivalentes de R\$ 430,52 e R\$ 474,13 acima do ganho correspondente à TMA, respectivamente.

TABELA 5 - INDICADORES DE VIABILIDADE ECONÔMICA DE REFLORESTAMENTOS COM ARAUCÁRIA⁽¹⁾

INDICADOR	PINHÃO	PINHÃO + CARBONO
Valor Presente Líquido - VPL (R\$)	4.846,70	5.337,65
Valor Presente Líquido Anualizado - VPLa (R\$)	430,52	474,13
Índice Benefício/Custo - IBC	22,87	24,73
Retorno sobre Investimento Adicionado - ROIA (%)	11,00	11,29
Taxa Interna de Retorno - TIR (%)	25,66	29,79

FONTE: O autor

(1) Considerando taxa de mínima atratividade – TMA de 8% ao ano.

O Índice de Benefício-Custo (IBC) representa o ganho por unidade de capital investido. Os valores alcançados significam que cada R\$ 1,00 investido dá origem a ganhos de R\$ 24,73 ou R\$ 22,87, no horizonte de 30 anos, conforme se considere ou não a receita do sequestro de carbono.

O Retorno Adicional sobre o Investimento (Roia) é definido por Souza e Clemente (2001) como a melhor estimativa da rentabilidade de um investimento. Os valores do Roia, 11,00% ao ano e 11,29% ao ano, representam ganhos anuais acima da TMA de 8% ao ano.

A Taxa Interna de Retorno (TIR) pode ser utilizada para avaliar o risco do empreendimento se interpretada como o limite superior para a variabilidade da TMA. Quanto menor a distância entre a TIR e a TMA, maior é o nível de risco envolvido. Os valores calculados de TIR, 25,66% ao ano e 29,79% ao ano, se posicionam bem ao largo do valor da TMA e caracterizam projetos de baixo risco.

Como se observa, o arranjo de produção de pinhão, isoladamente ou associado ao sequestro florestal de carbono, possui viabilidade econômica e baixo risco.

A maior dificuldade para os agricultores familiares é representada pelo longo período de maturação do projeto. Os desembolsos iniciais para financiar a implantação e o longo período de espera pelo fluxo de renda mais expressivo constituem sério obstáculo, mesmo quando se considera a renda do sequestro de carbono.

Portanto, essa alternativa de desenvolvimento sustentado para os agricultores familiares rurais, representada pelo reflorestamento com araucária, requer políticas públicas capazes de:

- equacionar financeiramente os projetos de reflorestamento;
- auxiliar na elaboração dos projetos e na sua aprovação para que os agricultores familiares obtenham a renda referente ao sequestro de carbono;
- proporcionar a infraestrutura necessária;
- alavancar o desenvolvimento científico e tecnológico relativo à *Araucaria angustifolia*;
- encorajar e apoiar a criação de entidades ligadas ao cultivo de pinhão nas áreas consideradas prioritárias;
- divulgar as qualidades nutricionais do pinhão e sua culinária.

CONCLUSÃO

É inegável a necessidade de readequação produtiva e ambiental das unidades agrícolas familiares, quer para melhorar a qualidade de vida, por meio da elevação da renda monetária, quer para melhorar a qualidade ambiental, por meio do reordenamento do uso do espaço rural, dirimindo o conflito entre conservação e desenvolvimento.

Apesar de a araucária ser uma espécie de ocorrência natural nas áreas ocupadas pelos agricultores familiares da região Centro-sul Paranaense, sua contribuição para a renda monetária desses agricultores, na atualidade, é praticamente nula porque se esgotaram as possibilidades de exploração da madeira devido à escassez e às restrições da legislação ambiental.

O sistema aqui analisado visa conciliar o cumprimento da legislação ambiental, principalmente no que se refere às áreas de reserva legal, e contribuir para a sustentabilidade econômica, social e ambiental das unidades produtivas pertencentes aos agricultores familiares.

A produção comercial de pinhão mostra-se bastante interessante, pois é capaz de gerar renda anual média de R\$ 2.300,00 por hectare, uma vez atingida a estabilidade produtiva da araucária, o que ocorre por volta do vigésimo ano.

Estão em curso estudos na Universidade Federal do Paraná e na Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), visando à obtenção de variedades de araucária com características de precocidade, o que reduziria o tempo de retorno do investimento. Outros estudos visam à determinação do sexo da planta (sexagem), o que elevaria sensivelmente a produtividade por área, uma vez que as araucárias seriam implantadas na proporção ideal entre machos e fêmeas. Essas perspectivas reforçam o valor do reflorestamento com araucária nas pequenas propriedades como alternativa para o desenvolvimento sustentável.

Em resumo, o plantio de araucária na região Centro-Sul do Paraná apresenta as seguintes vantagens: a araucária já faz parte da paisagem natural; contribui para reconstituir a biodiversidade; apresenta alta rentabilidade; requer pequeno investimento, que poderia ser financiado por meio de linhas de crédito, a exemplo do Pronaf - Florestal; apresenta possibilidades futuras relacionadas ao ecoturismo; e contribui para melhorar a imagem internacional do Paraná e do Brasil no que diz respeito ao meio ambiente.

O efetivo acesso dos agricultores familiares à renda do sequestro de carbono demanda estudos mais detalhados, pois além da complexidade decorrente do Protocolo de Quioto, mesmo para projetos de pequena escala, há necessidade de interferência de organismos credenciados.

Contudo, considerando a forma como o mercado vem evoluindo, é perfeitamente provável que os incentivos ao sequestro de carbono sejam majorados nos próximos anos, deixando de ser apenas um negócio interessante para as empresas que necessitam reduzir suas emissões e tornando-se uma opção mais efetiva de

manutenção dos agricultores familiares, notadamente durante o período de juvenildade da araucária.

Os reflorestamentos de araucária podem perfeitamente ser implantados em outros sistemas de produção, como reposição de Áreas de Preservação Permanentes, em sistema agrosilvipastoris, em Sistemas Faxinais, entre outros. Especificamente sobre os Sistemas Faxinais, análise mais aprofundada pode ser encontrada na dissertação: "A contribuição de florestas de Araucária para a sustentabilidade do Sistema Faxinal", do Mestrado em Desenvolvimento Econômico da UFPR (SILVA, 2005).

A sustentabilidade compreende fatores econômicos e ambientais e, no caso dos agricultores familiares, a remuneração de serviços ambientais representa uma nova opção. A compensação econômica pela conservação do ambiente natural e o sequestro florestal de carbono são exemplos. Para tanto, podem ser utilizados instrumentos como diferenciação tributária, ampliação do ICMS Ecológico e parcerias com a iniciativa privada para produção sustentada de matéria-prima.

O reflorestamento com araucária é capaz de trazer benefícios significativos para uma grande parcela da população da região Centro-Sul do Paraná, sobretudo aos agricultores familiares. Isto caracteriza valiosa oportunidade para implantação de políticas públicas.

A reconstituição da paisagem natural do Centro-Sul Paranaense pode ser alcançada com elevação da renda dos agricultores familiares e produção de alimento e não requer grande investimento.

REFERÊNCIAS

AMBIENTEBRASIL. **Ciclo do carbono**. Disponível em: <<http://www.ambientebrasil.com.br>>. Acesso em: 12 set. 2004.

ARAÚJO, J. A. Jogo limpo. **Agroanalysis**, Rio de Janeiro: FGV, v.19, n.11, p.24-26, 1999.

BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia. **Efeito estufa e a convenção sobre mudança do clima**. Disponível em: <<http://www.mct.gov.br>>. Acesso em: 16 jan. 2003a.

BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia. **O CDM e o mecanismo de flexibilidade-implementação conjunta (JI)/atividades implementadas conjuntamente (AIJ)**. Disponível em: <<http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/14480.html>>. Acesso em: 16 jan. 2003b.

CAMPOS, C. P. **A conservação das florestas no Brasil, mudança do clima e o mecanismo de desenvolvimento limpo do Protocolo de Quioto**. 2001. 181p. Dissertação (Mestrado) - COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, 2001.

CDM & JI MONITOR, 08 Feb. 2005. Disponível em: <<http://www.pointcarbon.com>>. Acesso em: 23 abr. 2005.

CHANG, Man Yu. **Sequestro florestal de carbono no Brasil: dimensões políticas, socioeconômicas e ecológicas**. São Paulo: Annablume: IEB, 2004.

- CONVENÇÃO sobre mudança do clima. Brasília: PNUD, 1999.
- COSTANZA, R. Economia ecológica: uma agenda de pesquisa. In: MAY, P. H. (Org.). **Valorando a natureza: análise econômica para o desenvolvimento sustentável**. Rio de Janeiro: Campus, 1994. p.111-144.
- FERRETTI, A. R. **Mudanças climáticas no sequestro de carbono**: vantagens para todos. Disponível em: <<http://www.spvs.org.br>>. Acesso em: 19 dez. 2002.
- FÓRUM BRASILEIRO DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS. **Linha do tempo**. Disponível em: <<http://www.forumclima.org.br>>. Acesso em: 16 jan. 2003.
- FUNDO BRASILEIRO PARA BIODIVERSIDADE. **Associação de pequenos produtores pode lucrar com sequestro de carbono**. Disponível em: <<http://www.funbio.org.br>>. Acesso em: 06 ago. 2003.
- HERRERO, L. J. **Médio ambiente y desarrollo alternativo**: gestión racional de los recursos para una sociedad perdurable. Madrid: Lepala Editorial, 1989.
- INSTITUTO AMBIENTAL DO PARANÁ. **Base de dados**. Disponível em: <<http://www.iap.pr.gov.br>>. Acesso em: 17 jan. 2003.
- INSTITUTO DE PESQUISA E ESTUDOS FLORESTAIS. **Identificação de espécies florestais: Araucaria angustifolia** (Araucária). Disponível em: <<http://www.ipef.br/identificacao/araucaria.angustifolia.asp>>. Acesso em: 13 fev. 2005.
- INSTITUTO NACIONAL DE COLONIZAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA. **Novo retrato da agricultura familiar**: o Brasil redescoberto. Brasília: INCRA, 2000.
- LOPES, I. V. (Coord.). **O mecanismo de desenvolvimento limpo – MDL**: guia de orientação. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 2002.
- MAIA, A. G.; ROMEIRO, A. R.; REYDON, B. P. **Valoração de recursos ambientais**: metodologias e recomendações. Campinas: IE/UNICAMP, 2004. (Texto para discussão, 116). Disponível em: <<http://www.eco.unicamp.br/Downloads/Publicacoes/TextosDiscussao/texto116.pdf>>. Acesso em: 03 mar. 2005.
- MAIMON, D. **Ensaio sobre economia do meio ambiente**. Rio de Janeiro: APED, 1992.
- MARTINE, G. População, meio ambiente e desenvolvimento: o cenário global e nacional. In: MARTINE, G. (Org.) **População, meio ambiente e desenvolvimento**: verdade e contradições. Campinas: Ed. da UNICAMP, 1993. p.21-41.
- MARTINS, E. Superlativo ambiental. **Agroanalysis**, Rio de Janeiro: FGV, v.19, n.11, p.26-27, 1999.
- MAY, P. H. **Economia ecológica**: aplicações no Brasil. Rio de Janeiro: Campus, 1995.
- MAY, P. H.; MOTTA, R. S. **Valorando a natureza**: análise econômica para o desenvolvimento sustentável. Rio de Janeiro: Campus, 1994.
- MOTTA, R. S. Estimativa de depreciação de capital natural no Brasil. In: MAY, Peter H. (Org.). **Economia ecológica**: aplicações no Brasil. Rio de Janeiro: Campus, 1995. p.21-48.

MUYLAERT, M. S. **Análise dos acordos internacionais sobre mudanças climáticas sob o ponto de vista do uso do conceito de ética**. 2000. 250 p. Tese (Doutorado) - COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, 2000.

NANNI, S. Quem será beneficiado pelos créditos de carbono? **Comciência**: revista eletrônica de jornalismo científico, n.34, ago. 2002. Disponível em: <<http://www.comciencia.br/reportagens/framereport.htm>>. Acesso em: 16 jan. 2003.

PARANÁ. Secretaria de Estado da Agricultura e Abastecimento. Departamento de Economia Rural. **Preços recebidos pelos produtores**. Disponível em: <<http://www.pr.gov.br/seab>> Acesso em: 08 abr. 2005.

PEREIRA, A.S. **Do fundo ao mecanismo**: gênese, características e perspectivas para o mecanismo de desenvolvimento limpo; ao encontro ou de encontro à equidade. 2002. 192p. Tese (Mestrado) - COPPE/URFJ, Rio de Janeiro, 2002.

PROJETO FAO-CGP/BRA/025/FRA. **Organização da reposição florestal**. Curitiba, 1990.

PROTOCOLO de Quioto à convenção sobre mudança do clima. Brasília: PNUD, 1999.

ROCHA, M. T. O aquecimento global e os instrumentos de mercado para a solução do problema. In: SANQUETA, C. R. et al. (Ed.) **As florestas e o carbono**. Curitiba: UFPR, 2002, p.1-34.

ROMEIRO, A. R. **Economia ou economia política da sustentabilidade?** Campinas IE/UNICAMP, 2001. (Texto para discussão, 102). Disponível em: <<http://www.eco.unicamp.br/Downloads/Publicacoes/TextosDiscussao/texto102.pdf>>. Acesso em: 09 fev. 2005.

SEQUINEL, M. C. M. Cúpula mundial sobre desenvolvimento sustentável – Joanesburgo: entre o sonho e o possível. **Análise Conjuntural**, Curitiba: IPARDES. Curitiba, v.24, n.11/12, p.13-16, nov./dez. 2002.

SILVA, M. **A contribuição de florestas de araucária para a sustentabilidade dos sistemas faxinais**. 2005. 111p. Dissertação (Mestrado) - UFPR, Curitiba, 2005.

SOUZA, A.; CLEMENTE, A. **Decisões financeiras e análise de investimentos**: fundamentos, técnicas e aplicações. 4.ed. São Paulo: Atlas, 2001.

WATZLAWICK, L. F. **Estimativa de biomassa e carbono em floresta ombrófila mista e plantações florestais a partir de dados de imagens do Satélite Ikonos II**. 2003. 119f. Tese (Doutorado) - UFPR, Curitiba, 2003.