

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
DEPARTAMENTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA  
CURSO DE MESTRADO EM ECONOMIA RURAL**

**KARINE ROCHA AGUIAR**

**VALORAÇÃO E PAGAMENTO DOS SERVIÇOS AMBIENTAIS: ALTERNATIVA  
DE RENTABILIDADE EXTRA PARA UM SISTEMA AGROSSILVIPASTORIL DO  
BIOMA CAATINGA**

**FORTALEZA  
2011**

**KARINE ROCHA AGUIAR**

**VALORAÇÃO E PAGAMENTO DOS SERVIÇOS AMBIENTAIS: ALTERNATIVA  
DE RENTABILIDADE EXTRA PARA UM SISTEMA AGROSSILVIPASTORIL DO  
BIOMA CAATINGA**

Dissertação submetida à Coordenação do Curso de Pós-Graduação em Economia Rural, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Economia Rural.

Área de concentração: Economia de Recursos Naturais e Política Ambiental.

Orientador (a): Prof. Dr. Ruben Dario Mayorga Mera.

**FORTALEZA  
2011**

A227v Aguiar, Karine Rocha

Valoração e pagamento dos serviços ambientais: Alternativa de rentabilidade extra para um sistema grossilvipastoril do bioma caatinga./ Karine Rocha Aguiar. Fortaleza, 2011

115f. il. color. enc.

Orientador: Prof. Dr. Ruben Dario Mayorga Mera  
Área de concentração: Economia de Recursos Naturais e Política Ambiental

Dissertação (Mestrado) – Em Economia Rural, Universidade Federal do Ceará, Departamento de Economia Agrícola, Fortaleza, 2011.

1. Agricultura Familiar. 2. Desenvolvimento Sustentável. 3. Serviços Ecosistêmicos. 4. Sistemas Agroflorestais. 5. Renda. I. Mera, Ruben Dario Mayorga (Orient.) II. Título.

CDD 363.70526

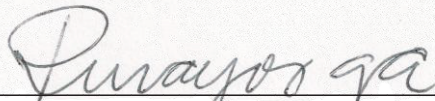
**KARINE ROCHA AGUIAR**

**VALORAÇÃO E PAGAMENTO DOS SERVIÇOS AMBIENTAIS: ALTERNATIVA  
DE RENTABILIDADE EXTRA PARA UM SISTEMA AGROSSILVIPASTORIL DO  
BIOMA CAATINGA**

Dissertação submetida à Coordenação do Curso de Pós-Graduação em Economia Rural, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Economia Rural. Área de concentração: Economia de Recursos Naturais e Política Ambiental.

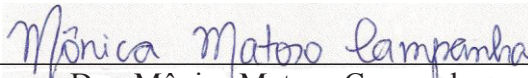
Aprovada em 29 / 04 / 2011.

**BANCA EXAMINADORA**




---

Prof. Ph.D. Ruben Dario Mayorga Mera (Orientador)  
Universidade Federal do Ceará - UFC



---

Dra. Mônica Matoso Campanha  
Embrapa Milho e Sorgo



---

Prof. Ph.D. Maria Irlles de Oliveira Mayorga  
Universidade Federal do Ceará – UFC

Dedico este trabalho ao meu esposo Gilney  
Aos meus pais, Ivaldo e Audenia

## AGRADECIMENTOS

A Deus por me dar força, sabedoria e perseverança, além de me proporcionar grandes oportunidades, realizações e acontecimentos que alavancaram minha vida neste período de estudo.

Também gostaria de agradecer àquelas pessoas, que de uma maneira ou de outra, me ajudaram no cumprimento de mais esta etapa:

O primeiro agradecimento é ao meu esposo, Gilney Bezerra, sempre carinhoso, amigo e parceiro de trabalho, pelas dicas valiosas acerca do desenvolvimento da metodologia a ser adotada;

Ao meu orientador, prof. Dario Mayorga, pela paciência e confiança na minha capacidade de realização deste estudo, além das observações preciosas sobre a dissertação;

À Embrapa Caprinos e Ovinos, em especial à minha co-orientadora Mônica Matoso Campanha e ao Vinícius Pereira Guimarães, por me proporcionarem este desafio, além de serem amigos que pude contar em vários momentos durante o desenrolar do trabalho;

Ao curso de Pós-graduação em Economia Rural pelos conhecimentos adquiridos, especialmente aos(as) professores(as) Saeed, Casimiro, Patrícia e Irlles, pelos momentos ímpares de convivência, amizade, companheirismo e carinho demonstrados durante o curso;

À FUNCAP e ao Banco do Nordeste do Brasil (BNB) pelo apoio financeiro destinado à realização das pesquisas de campo.

“O quanto da integridade ecológica da Terra poderemos alterar antes de chegarmos ao ponto do não retorno em relação à perda dos serviços ecossistêmicos que suportam a vida?”

John Peterson Myers

## RESUMO

No intuito de minimizar os impactos da ação antrópica sobre o bioma Caatinga foram desenvolvidos os sistemas agroflorestais, alternativas ecologicamente sustentáveis de exploração, pois oferecem vários benefícios ao sistema produtivo bem como diversos serviços ambientais. O objetivo deste trabalho foi valorar os serviços ambientais gerados em um sistema agrossilvipastoril localizado nos campos experimentais da Embrapa Caprinos e Ovinos, Sobral/CE - Brasil. Para a valoração dos serviços ambientais estudados (biodiversidade vegetal, sequestro de carbono e deposição de matéria orgânica no solo), foram desenvolvidos: os índices de contribuição (IC); o custo de oportunidade das atividades agropecuárias desenvolvidas na agricultura familiar do Ceará e a construção do índice-ponto obtido na área. A valoração foi feita por meio da multiplicação entre o índice-ponto e o custo de oportunidade indexado à Unidade Fiscal de Referência do Ceará (UFIRCE). Práticas agrícolas conservacionistas obtiveram maior IC que as tradicionalmente utilizadas pelo sertanejo. O índice de Contribuição indicou que tipo de uso da terra é preferível em relação ao outro, dentro das alternativas. Os Índices-Ponto seguramente serão capazes de orientar os tomadores de decisão quanto à geração e monitoramento dos serviços ecossistêmicos gerados na área de estudo. O custo de Oportunidade calculado para o Estado, de forma específica, retratou a relevância que cada atividade representa dentro de um conjunto maior. Quanto à valoração econômica, a metodologia proposta se mostrou eficiente e eficaz para responder aos objetivos da pesquisa. Os dois tipos de valoração propostos servem como base para um processo de pagamento pelos serviços ambientais (PSA). Sugere-se a aplicação dessa metodologia em outras áreas do bioma Caatinga, bem como um estudo de mercado para tais serviços, como subsídio para o desenvolvimento de PSA. Além disso, devem ser levantados aspectos institucionais e políticos do estado do Ceará para a verificação de uma efetiva política de pagamento.

Palavras-chave: Agricultura familiar. Desenvolvimento sustentável. Serviços ecossistêmicos. Sistemas agroflorestais. Renda.



## ABSTRACT

In order to minimize the impacts of human action on the Caatinga biome, agroforestry systems were developed, environmentally sustainable alternatives to exploitation because they offer several benefits to the productive system and various environmental services. The objective was to give a value to environmental services generated by a system agrosilvopasture located in the experimental fields of Embrapa Goats and Sheep, Sobral/CE - Brazil. For the valuation of environmental services studied (plant biodiversity, carbon sequestration and deposition of organic matter in soil), were developed: the rate of contribution (IC), the opportunity cost of agricultural activities developed in family farming in Ceará and the construction index-point obtained in the area. The valuation was made by multiplying the index-point and the opportunity cost indexed to the Fiscal Reference Unit of Ceará (UFIRCE). Conservation farming practices had higher IC than those traditionally used by backcountry. The rate of contribution indicated what type of land use is preferable to another within the alternatives. Scores-Point will surely be able to guide decision makers on the generation and monitoring of ecosystem services generated in the study area. Opportunity cost calculated for the state, specifically, portrayed the importance that each activity represents within a larger whole. As for the economic valuation, the proposed methodology is efficient and effective to meet the research objectives. The two types of valuation proposed serve as the basis for a program of payment for environmental services (PES). It is suggested the application of this methodology in other areas of the Caatinga biome, as well as a market study for such services as support for the development of PES. Furthermore, should be raised institutional and political aspects of the state of Ceará for the verification of an effective payment policy.

Key-words: Family farming. Sustainable development. Ecosystem services. Agroforestry. Income.

## LISTA DE FIGURAS

1.	Curva de Kuznets Ambiental .....	26
2.	Funções ecossistêmicas segundo a divisão em categorias.....	28
3.	Serviços ecossistêmicos segundo categorias da MEA.....	29
4.	Relações dos valores ambientais.....	32
5.	Categorias de valores econômicos atribuídos aos bens ambientais .....	34
6.	Métodos de valoração ambiental.....	35
7.	Distribuição do ICMS conforme a Constituição Federal.....	39
8.	Diagrama de Nakagima .....	43
9.	Desenvolvimento da qualidade ambiental ao longo dos anos com e sem a implantação do Sistema Agrossilvipastoril.....	55
10.	Curva de Possibilidades de Produção Eficiente (CPP).....	56
11.	Distribuição do espaço no sistema agrossilvipastoril segundo os usos do solo .....	58
12.	Fluxograma do Modelo Operacional do Desenvolvimento Sustentável mediante a adoção de Sistemas Agroflorestais no bioma Caatinga.....	60
13.	Dinâmica da geração de serviços ambientais em Sistemas Agroflorestais no bioma Caatinga para a conservação do meio ambiente.....	61
14.	Processo dinâmico de avaliação e implementação de um PSA .....	87
15.	Relação entre a taxa de crescimento e o estoque dos serviços ambientais .....	94
16.	Oferta, demanda e equilíbrio do mercado de serviços ambientais.....	96

## LISTA DE TABELAS

1.	Caracterização da agricultura familiar no Brasil, no Nordeste e no Ceará, quanto ao total de estabelecimentos e à área total ocupada, 2006 .....	46
2.	Caracterização da agricultura familiar no Brasil, no Nordeste e no Ceará, quanto à área total utilizada pelos diferentes usos das terras, 2006.....	47
3.	Caracterização da agricultura familiar no Brasil, no Nordeste e no Ceará, quanto à escolaridade e qualificação profissional, 2006.....	48
4.	Número e área dos estabelecimentos agropecuários com sistemas agroflorestais no Brasil e Nordeste. ....	52
5.	Índices de contribuição dos usos do solo relacionados com os serviços ambientais. ....	73
6.	Percentual de participação das atividades agropecuárias quanto ao total da área de produção e número de estabelecimentos da agricultura familiar no Ceará, 2006.....	76
7.	Custo de Oportunidade das atividades agropecuárias desenvolvidas na agricultura familiar no Ceará, 2006.....	77
8.	Índice de contribuição do uso do solo utilizado no momento atual do Sistema Agrossilvipastoril do bioma caatinga.....	80
9.	Pontuação total da área segundo a utilização do solo no momento atual do Sistema Agrossilvipastoril do bioma caatinga – Índice-ponto .....	81
10.	Pontuação total da área segundo cada serviço ecossistêmico gerado no Sistema Agrossilvipastoril do bioma caatinga – Índice-ponto .....	82
11.	Índice de contribuição do uso do solo utilizado no momento atual da propriedade hipotética do bioma caatinga.....	89
12.	Pontuação total da propriedade hipotética do bioma caatinga segundo cada serviço ecossistêmico gerado – Índice-ponto. ....	89
13.	Execução gradual do plano de manejo florestal da propriedade hipotética do bioma caatinga. ....	90
14.	Dinâmica da geração dos serviços ambientais na propriedade hipotética do bioma caatinga, segundo o Índice-ponto ao longo de cinco anos.....	92
15.	Exemplo de PSA gerado a partir dos índices-ponto obtidos em uma propriedade hipotética do bioma caatinga.....	93

## LISTA DE QUADROS

1.	Os domínios das diferentes abordagens da economia.....	23
2.	Matriz de Herman Daly.....	24
3.	Decomposição do valor econômico do recurso ambiental.....	33

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>14</b>
<b>1.1</b>	<b>Identificação e caracterização do problema</b> .....	<b>14</b>
<b>1.2</b>	<b>Hipótese</b> .....	<b>16</b>
<b>1.3</b>	<b>Objetivo Geral</b> .....	<b>17</b>
<b>1.4</b>	<b>Objetivos Específicos</b> .....	<b>17</b>
<b>1.5</b>	<b>Organização do trabalho</b> .....	<b>17</b>
<b>2.1</b>	<b>A problemática ambiental e o desenvolvimento sustentável</b> .....	<b>19</b>
<b>2.2</b>	<b>Desenvolvimento da análise da economia relacionada ao meio ambiente</b> .....	<b>21</b>
2.2.1	Economia de Recursos Naturais .....	21
2.2.2	Economia Ambiental.....	22
2.2.3	Economia Ecológica.....	23
<b>2.3</b>	<b>Funções ecossistêmicas e Bens e serviços ambientais</b> .....	<b>25</b>
<b>2.4</b>	<b>Técnicas de valoração econômica de bens e serviços ambientais</b> .....	<b>31</b>
<b>2.5</b>	<b>Pagamento por serviços ambientais (PSA)</b> .....	<b>36</b>
2.5.1	ICMS Ecológico.....	38
2.5.2	Proambiente.....	39
2.5.3	Bolsa Floresta.....	40
2.5.4	Projeto OÁSIS.....	41
2.5.5	Projeto “Conservador das Águas”.....	41
2.5.6	Programa Produtor de Água.....	42
<b>2.6</b>	<b>Um olhar sobre a agricultura familiar no Brasil, no Nordeste e no Ceará</b> .....	<b>42</b>
<b>3</b>	<b>SISTEMAS AGROFLORESTAIS NO BIOMA CAATINGA</b> .....	<b>51</b>
<b>3.1</b>	<b>Descrição do Sistema Agrossilvipastoril – caracterização da área de estudo</b> ....	<b>57</b>
<b>4</b>	<b>PROCEDIMENTOS PARA ANÁLISE, VALORAÇÃO E PAGAMENTO DOS SERVIÇOS AMBIENTAIS</b> .....	<b>62</b>
<b>4.1</b>	<b>Metodologias para análise dos serviços ambientais gerados</b> .....	<b>62</b>
4.1.1	Seleção das variáveis utilizadas .....	62
4.1.2	Índice de Contribuição .....	65
4.1.3	Índice-Ponto .....	66
<b>4.2</b>	<b>Metodologia para valoração e pagamento dos serviços ambientais</b> .....	<b>67</b>
4.2.1	Custo de Oportunidade das atividades desenvolvidas pela agricultura familiar.....	68

4.2.2	Indexação do Custo de Oportunidade das atividades desenvolvidas pela agricultura familiar à UFIRCE.....	70
4.2.3	Valoração dos serviços ambientais .....	70
<b>5</b>	<b>APLICAÇÃO DOS PROCEDIMENTOS E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....</b>	<b>72</b>
<b>5.1</b>	<b>Índice de Contribuição .....</b>	<b>72</b>
<b>5.2</b>	<b>Custos de Oportunidade e a indexação à UFIRCE.....</b>	<b>75</b>
<b>5.3</b>	<b>Obtenção dos Índices-ponto .....</b>	<b>79</b>
5.3.1	Índice-ponto segundo os diferentes usos do solo.....	81
5.3.2	Índice-ponto segundo os diferentes serviços ambientais .....	82
<b>5.4</b>	<b>Valoração econômica: quanto aos serviços ambientais e aos diferentes usos do solo.....</b>	<b>83</b>
5.4.1	Valoração de cada serviço ambiental gerado no SAF.....	83
5.4.2	Valoração dos serviços ambientais de acordo com os diferentes usos do solo.....	85
<b>6</b>	<b>CONSIDERAÇÕES SOBRE O PROCESSO DE PAGAMENTO DOS SERVIÇOS AMBIENTAIS (PSA) NO BIOMA CAATINGA .....</b>	<b>87</b>
<b>7</b>	<b>CONCLUSÕES E SUGESTÕES.....</b>	<b>98</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>100</b>
	<b>APÊNDICE .....</b>	<b>110</b>

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 Identificação e caracterização do problema

Desde o início da década de 80, a “questão ambiental” vem sendo discutida com mais intensidade e seriedade, onde indícios científicos permitiram posicionar as mudanças climáticas<sup>1</sup> como um problema global crucial. A preocupação com tais mudanças e suas consequências impulsionou muitas ações por meio das quais os governos, inclusive o brasileiro, estabeleceram diversas instituições, tratados e políticas internacionais para começar a lidar com o problema.

O Brasil, possuidor de grandes reservas tropicais, de enorme biodiversidade entre e dentre biomas (Caatinga, Cerrado, Pantanal, Amazônia, Mata Atlântica e Pampa) e uma imensa área de terras agricultáveis, detém um estratégico poder de negociação no que tange à implantação de projetos de desenvolvimento sustentável<sup>2</sup> em nível mundial. Diante dos novos paradigmas do milênio, pesquisadores e estudiosos em geral vêm desenvolvendo pesquisas aplicadas<sup>3</sup> a fim de atender às “novas exigências e/ou preocupações ambientais”, sendo o bioma Caatinga o foco dessas pesquisas na região Nordeste.

O bioma Caatinga é um ecossistema único que apresenta grande variedade de paisagens e relativa riqueza biológica e endemismo (MARACAJÁ, 2003). Segundo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, este bioma abrange uma extensa área de terras, cerca de 850.000 km<sup>2</sup> (cerca de 10% do território brasileiro), envolvendo o estado do Ceará (100%), Bahia (54%), a Paraíba (92%), Pernambuco (83%), Piauí (63%), Rio Grande do Norte (95%), Alagoas (48%) e Sergipe (49%), além de pequenas porções de Minas Gerais (2%) e do Maranhão (1%).

---

<sup>1</sup> Segundo o IPCC (Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas), mudança climática é uma variação estatisticamente significativa em um parâmetro climático médio ou sua variabilidade, persistindo um período extenso (tipicamente décadas ou por mais tempo). Pode ser causada por processos naturais ou forças externas ou devido a mudanças persistentes causadas pela ação do homem na composição da atmosfera ou do uso da terra.

<sup>2</sup> É aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade das gerações futuras atenderem as suas próprias necessidades (CMMAD, 1991), sendo ele economicamente viável, socialmente justo e ambientalmente correto.

<sup>3</sup> Pesquisa aplicada aqui entendida como pesquisa específica ou descritiva de um tema, de uma área, etc.

A atenção dada a este bioma no presente estudo é explicada pelo baixo nível de conhecimento do mesmo, quando comparado aos demais biomas, por ser bastante povoado e possuir características particulares inerentes ao bioma. A caatinga é marcada pelo clima tropical semiárido e apresenta grande fragilidade ambiental, uma vez que, nas últimas décadas, vem ocorrendo um avanço acelerado do processo de degradação ambiental na região.

Segundo Brasileiro (2009), alguns fatores contribuem para esse quadro, dentre outros, as práticas agrícolas inadequadas, o desmatamento, a infertilidade e a compactação do solo, os processos erosivos e a salinização de algumas áreas. Estes fatores colocam em risco a biodiversidade existente na região, interferindo nas condições físicas, químicas e biológicas da mesma e afetando o desenvolvimento e a manutenção de atividades humanas nos aspectos social, econômico e cultural. A necessidade de conciliação entre as atividades humanas e a permanência da qualidade ambiental, requerida em escala temporal e espacial, obriga a implementação de estratégias que possibilitem a gestão adequada dos ecossistemas.

Nesta perspectiva, busca-se de imediato a implementação de alternativas de convivência com tal bioma que visem o uso racional dos recursos naturais e, conseqüentemente, a melhoria da qualidade de vida da população em questão. Então, os Sistemas Agroflorestais<sup>4</sup> (SAFs) podem ser uma alternativa viável, pois adotam práticas ecologicamente sustentáveis de exploração, além de oferecerem vários benefícios ao sistema, principalmente, ambientais.

Os estudos que destacam a importância dos SAFs (ARAÚJO FILHO; SILVA, 2008; CARVALHO, 2003; CARVALHO, 2006) geralmente exaltam sua contribuição para a geração de renda, a fixação do homem no campo e o uso dos recursos naturais. Apesar das vantagens comprovadas não há a disseminação na adoção desses sistemas, que pode ser explicada, segundo os relatos de alguns agricultores e/ou produtores, pelo custo de implantação, pelo retorno econômico mais demorado ou, simplesmente, por questão de tradição familiar, onde os agricultores não estão abertos à adoção de novas tecnologias, além do próprio modelo de desenvolvimento adotado pela agricultura.

Um aspecto pouco explorado nos estudos sobre os SAFs é a oferta de serviços ambientais ali existentes. Os serviços ambientais são serviços prestados pelos ecossistemas naturais e as espécies que os compõem, na sustentação e preenchimento das condições para a permanência da vida humana na Terra (DAILY, 1997 apud VEIGA NETO, 2008).

---

<sup>4</sup> Sistemas Agroflorestais correspondem a uma forma de uso da terra e manejo dos recursos naturais, nos quais espécies lenhosas (árvores, arbustos, palmeiras) são utilizadas em associação com cultivos agrícolas ou animais, na mesma área, de maneira simultânea ou em uma sequência temporal (MONTAGNINI, 1992).



Neste contexto, a valoração econômica dos serviços ambientais existentes nos SAFs, particularmente no bioma Caatinga, surge como um instrumento de política ambiental capaz de inserir no mercado os bens e serviços disponibilizados pela natureza, atribuindo um valor monetário às variações na quantidade e qualidade desses recursos naturais. Através da identificação e valoração dos serviços gerados, é possível fornecer subsídios aos formuladores de políticas públicas mostrando caminhos de conciliação da manutenção e conservação do meio ambiente, conjuntamente, com a satisfação das necessidades humanas e econômicas mediante pagamento pelos serviços ambientais não transacionados no mercado.

Assim, a valoração econômica dos serviços ecossistêmicos em uma área do bioma Caatinga se torna extremamente oportuna, pois representa um valor-base para o pagamento pelos serviços ambientais (PSA). Instrumentos econômicos que gerem renda a partir de pagamentos pelos serviços ambientais podem efetivamente contribuir na construção de alternativas que contemplem o desenvolvimento rural e a conservação do meio ambiente, já que são considerados como uma fonte adicional de renda para ressarcir os custos (de oportunidade e de manutenção) encarados pelas práticas conservacionistas na agropecuária.

Portanto, na busca de neutralizar o impacto da ação antrópica sobre o bioma Caatinga e vendo a importância que os sistemas agrossilvipastoris apresentam como alternativa sustentável de produção, dados os benefícios outorgados ao sistema produtivo, ao meio ambiente e aos agricultores, a valoração econômica dos bens e serviços ambientais, e consequentemente a compensação monetária que poderia ser paga aos agricultores, mostra-se como um meio de interação sustentável no âmbito econômico, social e ambiental, servindo como uma fonte adicional de renda, agindo como um “financiamento” para minimizar os custos decorrentes da manutenção do sistema.

## **1.2 Hipótese**

É possível valorar os serviços ambientais gerados pelo Sistema Agrossilvipastoril inserido no bioma Caatinga e o pagamento por tais serviços é uma fonte extra de renda para o agricultor familiar que conserva o meio ambiente.

### 1.3 Objetivo Geral

Valorar os benefícios ambientais - biodiversidade vegetal, sequestro de carbono e deposição de matéria orgânica no solo - gerados pelo Sistema Agrossilvipastoril no bioma Caatinga e fornecer informações sobre o processo de pagamento por tais serviços para o referido bioma.

### 1.4 Objetivos Específicos

- a) Identificar a contribuição dos diferentes tipos de usos do solo para a geração os serviços ambientais no Sistema Agrossilvipastoril do bioma Caatinga;
- b) “Quantificar” os serviços ambientais gerados no ecossistema estudado a fim de orientar a valoração e monitoramento desses serviços;
- c) Calcular o Custo de Oportunidade das atividades desenvolvidas pela agricultura familiar no Ceará como etapa para a valoração dos serviços ambientais;
- d) Valorar os benefícios ecossistêmicos: biodiversidade vegetal, sequestro de carbono e deposição de matéria orgânica no solo, no agroecossistema avaliado;
- e) Verificar o valor total obtido pela geração dos serviços ambientais no sistema agrossilvipastoril estudado.
- f) Evidenciar alguns aspectos operacionais referentes ao pagamento dos serviços ecossistêmicos para o bioma caatinga.

### 1.5 Organização do trabalho

Para melhor visualização, este estudo foi dividido em seções. A primeira – Introdução – mostrou uma abordagem geral do estudo, composta por uma justificativa à relevância do tema, caracterização do problema proposto, hipótese, bem como os objetivos.

Na segunda seção, denominada Fundamentação Teórica, foram expostos assuntos que são relevantes para a plena compreensão do desenvolvimento do estudo, amplamente debatidos na atualidade e que expressam grande influência para o estudo da valoração dos serviços ambientais. Na seção três, mostrou-se a caracterização e os benefícios ambientais, econômicos e sociais dos sistemas agroflorestais no bioma Caatinga, bem como a delimitação da área de estudo. Na seção quatro foram apresentados os procedimentos empregados para analisar e valorar os serviços ambientais gerados no sistema agrossilvipastoril do bioma Caatinga. A quinta seção apresentou a aplicação dos procedimentos citados anteriormente. Na seção subsequente foram levantadas algumas considerações sobre a operacionalização do processo de pagamento pelos serviços ambientais no bioma caatinga, servindo de guia para futuras políticas públicas. Na sétima seção foram expostas as conclusões deste estudo e as sugestões colocadas no intuito de direcionar futuras pesquisas.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 A problemática ambiental e o desenvolvimento sustentável

O século XX foi um marco na mudança do pensamento mundial sobre os recursos naturais, suas diversas formas de exploração e suas consequências. Para Rabelo (2007), Rachel Carson foi uma das primeiras cientistas a divulgar ao mundo as consequências do uso de inseticidas orgânicos sintéticos no meio ambiente, em 1962.

A partir desse acontecimento, o mundo iniciou grandes debates globais sobre as problemáticas ambientais, que se multiplicaram, surgindo as primeiras percepções científicas de que os recursos naturais são finitos e imprescindíveis à sobrevivência humana e atrelando-se, assim, o desenvolvimento humano à capacidade de suporte ambiental do planeta.

Dentre os grandes eventos realizados pode-se citar a publicação do primeiro relatório do Clube de Roma (*The limits to growth*), em 1972, que, de acordo com Dias (2004 apud OLIVEIRA, 2008), alertou a humanidade sobre a necessidade de prudência no modelo de desenvolvimento adotado.

Em 1973 surgiu o conceito de ecodesenvolvimento que propunha a elaboração de um sistema social que garantisse emprego, segurança social, respeito à diversidade cultural e ressaltasse a importância de programas de educação caracterizando uma nova alternativa de política de desenvolvimento (BRÜSEKE, 1998 apud OLIVEIRA, 2008).

Em 1983 o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) criou a Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (CMMAD) a fim de relatar sobre a crise ambiental do planeta e elaborar metas para solucioná-la. Esse relatório foi denominado de Relatório de Brundtland ou Nosso Futuro Comum, divulgado em 1987. Segundo Motta (1997), o conceito de Desenvolvimento Sustentável (DS) surgiu formalmente com o Relatório, o qual o definia como sendo: “estratégia de desenvolvimento que maneja de forma conveniente todos os ativos, recursos naturais e recursos humanos, bem como ativos físicos e financeiros, para incrementar tanto a riqueza como os níveis de bem-estar de longo prazo” (CMMAD, 1991).

Segundo Camargo (2003) este conceito foi consolidado durante a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, a Rio-92, quando se

estabeleceram as bases para alcançar o DS em escala global, fixando direitos e obrigações individuais e coletivas, no âmbito do meio ambiente e do desenvolvimento. Nessa conferência estipulou-se um pacto visando a mudança do padrão de desenvolvimento global para o século 21, denominado Agenda 21. Os trabalhos realizados para elaboração da Agenda 21 brasileira levaram a um amplo diagnóstico sobre o meio ambiente urbano, onde se destacaram: o agravamento dos problemas urbanos e ambientais das cidades em função dos adensamentos desordenados, a carência de recursos e de planejamento urbano e, também, os padrões inadequados de gestão (ROSSETO, 2003).

Diante das reflexões ocorridas, surge uma nova maneira de compreender o desenvolvimento de uma sociedade e, segundo IBGE (2004), “a noção de desenvolvimento, por muito tempo identificado ao progresso econômico, extrapola o domínio da economia através de sua integração com as dimensões social, ambiental e institucional, apoiando-se em novos paradigmas”.

Para Nantke (2002 apud RODRIGUES, 2009), o DS deve possuir objetivos e princípios que permitam à sociedade uma maior compreensão e entendimento sobre o processo de transformação desse novo modelo de desenvolvimento. Lima & Rodrigues (2007 apud RODRIGUES, 2009) citam os objetivos do DS como sendo: reativar o crescimento; modificar a qualidade do crescimento; atender às necessidades humanas; assegurar níveis sustentáveis de pobreza; conservar e preservar os recursos naturais e incorporar ambiente e economia nos processos de decisão e reorientar a tecnologia para não agredir o meio ambiente.

E, segundo o relatório Cuidando do Planeta Terra (1991) citado em Camargo (2003), existem nove princípios para que uma sociedade possa ser sustentável, dentre eles: respeitar e cuidar da comunidade dos seres vivos; melhorar a qualidade da vida humana; conservar a vitalidade e a diversidade do planeta; minimizar o esgotamento de recursos não renováveis; permanecer nos limites da capacidade de suporte da Terra; modificar atitudes e práticas pessoais; permitir que as comunidades cuidem de seu próprio meio ambiente; gerar uma estrutura nacional para a integração de desenvolvimento e conservação e construir uma aliança global.

Todas essas conquistas foram pensadas através de um longo caminho teórico baseado na economia neoclássica ou tradicional, e que ao longo dos anos, foram desenvolvidas diversas formas de análise do meio ambiente natural.

## 2.2 Desenvolvimento da análise da economia relacionada ao meio ambiente

A economia pode ser classificada entre diferentes escolas: a neoclássica, keynesiana, institucionalista e marxista. Porém, a teoria neoclássica se consolidou como modelo dominante, segundo Tolmasquim (1995), no que diz respeito às questões microeconômicas.

O problema da alocação ótima dos recursos é o foco da análise da teoria neoclássica, onde o sistema de mercado determina um equilíbrio único e estável. E ainda, essa teoria confia ao mercado a resolução dos problemas ambientais, afirmam Mattos e Mattos (2004). Os autores citados acreditam que uma das maiores limitações que a teoria apresenta é que os sistemas econômicos dão valor aos bens e serviços produzidos pelo homem e não valoram os bens e serviços produzidos pela natureza, resultando em valores que não correspondem aos reais.

As constantes mudanças de paradigmas ocorridas na dinâmica da sociedade fizeram perceber a existência de um conjunto de valores que orientam o desenvolvimento econômico e a relação com o ambiente natural, onde os limites da biosfera são uma barreira intransponível.

A análise do ambiente natural, praticada pela economia como ciência, está dividida em três vertentes: Economia dos Recursos Naturais, Economia Ambiental e Economia Ecológica.

### 2.2.1 Economia de Recursos Naturais

De acordo com May, Lustosa e Vinha (2003), economia dos recursos naturais é um campo da teoria econômica que emerge das análises neoclássicas a respeito da utilização das terras agrícolas, dos minerais, dos peixes, dos recursos florestais madeireiros e não madeireiros, da água, ou seja, todos os recursos naturais renováveis e não renováveis.

Foi difundida a partir dos anos de 1970, com os intensos debates sobre os limites do crescimento econômico promovido pelo “Clube de Roma” (já comentado anteriormente) e outros fóruns. Naquela época foram resgatados trabalhos isolados produzidos anteriormente

como os de Faustmann que discorria a respeito da gestão dos recursos florestais, de 1849, o estudo de Hotelling, 1931, que falava sobre as regras de uso ótimo dos recursos esgotáveis, dentre outros.

Apesar de tanto empenho, Mattos e Mattos (2004) afirmam que não se conseguiu evitar a degradação ambiental, pois se correu, nessa fase, o risco de levar à completa exaustão ou extinção dos recursos naturais.

### 2.2.2 Economia Ambiental

Difundida na década de 1980, a economia ambiental enfatizava a questão da poluição, a qual era percebida como uma externalidade do processo de produção e consumo e que podia ser tratada pelos vários meios de internalização de custos ambientais nos preços dos produtos (MATTOS; MATTOS, 2004).

A obra do professor Arthur Pigou, *Economia do bem-estar* em 1920, é uma das obras que caracterizam essa economia. Nela, são propostos instrumentos econômicos, como taxas e subsídios, para corrigir as externalidades ao mercado, oriundos do consumo e/ou produção de bens.

Segundo Fernandez (2005), a economia ambiental considera os recursos naturais como fonte de insumos e como capacidade de assimilação de impactos dos ecossistemas. Esta corrente entende que os recursos não representam um limite absoluto à expansão da economia, por poderem ser substituídos pela tecnologia.

Merico (1996 apud MATTOS; MATTOS, 2004) afirma que as economias de recursos naturais e ambiental são ineficientes quanto à introdução do ambiente natural na análise econômica, pois as mesmas não discutem uma escala adequada das atividades econômicas em relação aos ecossistemas e em relação à própria biosfera. Pillet (1993 apud MATTOS; MATTOS, 2004) acrescenta que tais economias não levam em consideração as interações ecológicas, as funções do ambiente, o trabalho dos ecossistemas e o valor dos bens e serviços ambientais.

### 2.2.3 Economia Ecológica

Barros (2000) citando Costanza (1994) diz que a economia ecológica apresenta uma abordagem transdisciplinar na inter-relação entre os sistemas econômicos e ecológicos. E acrescenta que ela difere da convencional tanto em termos de amplitude da sua percepção do problema, quanto na importância que atribui à interação Meio Ambiente/Economia. O Quadro 1 representa as inter-relações das diferentes abordagens da economia.

	SETORES ECONÔMICOS	SETORES ECOLÓGICOS
SETORES ECONÔMICOS	A	B
SETORES ECOLÓGICOS	C	D

Quadro 1 – Os domínios das diferentes abordagens da economia  
 Fonte: Costanza (1994 apud BARROS, 2000).

Barros (2000) descreve o quadro acima, onde o campo “A” – Economia Convencional – relaciona os setores da economia convencional, ou seja, do setor econômico para o setor econômico; o “B” – Economia Ambiental e Análise de Impactos Ambientais – representa os “produtos” recebidos pelos setores ecológicos dos setores econômicos; o campo “C” – Economia de Recursos Naturais e Análise de Impactos Ambientais – representa os insumos dos setores ecológicos para os setores econômicos e “D” – Ecologia Convencional – relaciona a interação dos componentes do ecossistema.

Para Costanza (1994 apud BARROS, 2000) a economia ecológica transcende esses limites disciplinares e vê a economia humana como parte de um todo, totalizando a rede de interações entre os setores “A”, “B”, “C” e “D”.

Daly (1991) faz uma análise da abordagem da Economia Ecológica (Quadro 2) em relação à economia, à ecologia, à economia dos recursos naturais e à economia do meio ambiente. Essa abordagem se dá por meio de uma visão holística para se obter um tratamento mais operacional do conceito de desenvolvimento sustentável (HEMPEL, 2007).



De/Para	Humano	Não-humano
Humano	I- Economia Convencional	IV- Economia do Meio Ambiente
Não-humano	III- Economia dos Recursos Naturais	II- Ecologia Convencional

Quadro 2 – Matriz de Herman Daly

Fonte: Daly (1991).

Com base na Matriz de Herman Daly, pode-se afirmar que:

I- Economia: representa a produção do setor humano para o próprio setor humano, ou seja, é o domínio da economia tradicional, considerando-se que o *input* primário é o trabalho humano e o *output* final é o consumo doméstico;

II- Ecologia: produção do setor não humano para o setor não humano, ou seja, representa o domínio tradicional da ecologia. Nesta divisão os setores classificam-se em transformadores bióticos (plantas, animais e bactérias) e os transformadores abióticos (hidrosfera, atmosfera e litosfera);

III- Economia dos Recursos Naturais: *inputs* do setor não humano para o humano, ou seja, é a disciplina que estuda a extração e exaustão dos recursos naturais não renováveis e o manejo dos renováveis;

IV- Economia do Meio Ambiente: *inputs* do setor humano para o não humano, ou seja, estuda basicamente a poluição resultante da injeção, na natureza, de produtos residuais da economia.

Assim, a Economia Ecológica abrange a matriz na sua totalidade envolvendo as quatro divisões, considerando que as mesmas estão relacionadas e incorporando simultaneamente as características de cada uma.

Segundo Mattos e Mattos (2004), a economia ecológica engloba a problemática do uso de recursos naturais e as externalidades do processo produtivo, dando ênfase ao uso sustentável das funções ambientais e à capacidade dos ecossistemas em geral suportarem a carga imposta pelo funcionamento da economia, considerando os custos e os benefícios da expansão da atividade humana.

De acordo com Pearce e Turner (1991 apud MATTOS; MATTOS, 2004) a economia ecológica almeja o desenvolvimento sustentável, pois visa à maximização dos benefícios líquidos do desenvolvimento econômico conjuntamente com a manutenção dos serviços e da qualidade dos recursos naturais ao longo do tempo.

Para Cavalcanti (2001) um processo econômico é verdadeiramente sustentável quando as três funções ambientais críticas (1- provisão de recursos; 2- absorção e neutralização dos dejetos da atividade econômica e 3- manutenção da oferta de serviços ambientais) não são desrespeitadas.

A economia ecológica almeja o desenvolvimento sustentável e, de acordo com o relatório Cuidando do planeta Terra (1991) citado por Camargo (2003), para ser sustentável uma sociedade deve, dentre outros princípios, melhorar a qualidade da vida humana, modificar atitudes e práticas pessoais e permitir que as comunidades cuidem de seu próprio meio ambiente. Assim, estudos sobre os bens e serviços ambientais vêm para contribuir para o cumprimento dos princípios citados.

### **2.3 Funções ecossistêmicas e Bens e serviços ambientais**

Andrade e Romeiro (2009) explicam que a economia dos ecossistemas busca compreender a dinâmica das mudanças nos ecossistemas, as alterações nos fluxos dos serviços por eles prestados e os impactos últimos sobre o bem-estar humano, partindo do entendimento de que a atividade econômica, a qualidade de vida e a coesão das sociedades humanas são profunda e irremediavelmente dependentes dos serviços gerados pelos ecossistemas, sendo premente o estudo da dinâmica de geração dos serviços ecossistêmicos e suas interações com as variáveis humanas.

Os mesmos autores acrescentam que o interesse pelos ecossistemas enquanto objeto de pesquisa é relativamente recente, tendo ganhado importância considerável devido à crescente preocupação sobre as interconexões entre o estado dos ecossistemas, o bem-estar das populações humanas e os impactos negativos que mudanças drásticas nos fluxos de serviços essenciais prestados pelos ecossistemas podem ter sobre o bem-estar das sociedades.

Nesse contexto, alguns autores investigaram a relação entre o desenvolvimento econômico e seus impactos ambientais que passaria a ser chamada de Curva de Kuznets Ambiental (CKA) – Figura 1.

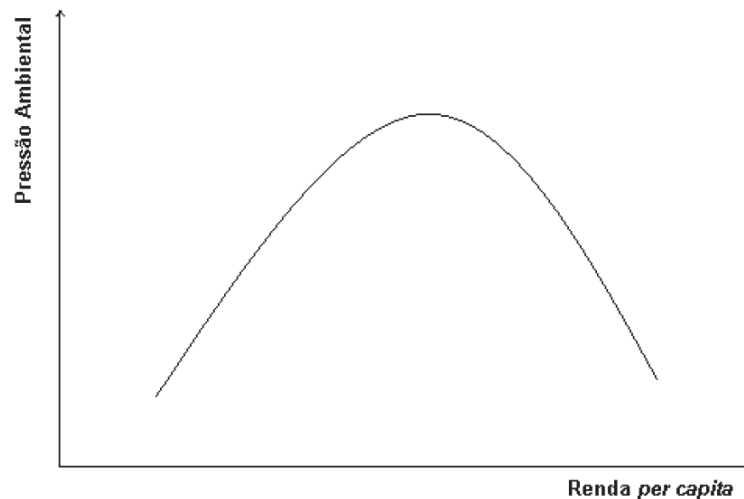


Figura 1 – Curva de Kuznets Ambiental

Fonte: Lucena (s.d).

Proponentes da Hipótese Curva de Kuznets Ambiental (CKA), segundo Lucena (s.d.), afirmam que a pressão sobre o meio ambiente é crescente nos primeiros estágios de desenvolvimento para, depois, cair com o aumento da renda “per capita” da população. Andrade e Romeiro (2009) afirmam que fatores como mudanças na composição da produção e consumo, aumento do nível educacional e de consciência ambiental, bem como sistemas políticos mais abertos, são exemplos de fatores que levam a uma reversão da relação encontrada no início do processo de crescimento. A questão é: quando chegaremos ao limiar dessa curva? Enquanto isso, os recursos naturais estão sendo exauridos com o insaciável consumismo da sociedade. Deve-se salientar que esforços, ainda tímidos, estão sendo realizados no intuito de se desenvolver análises integradas dos sistemas natural e econômico. Então se torna fundamental a compreensão dos processos (funções) ecossistêmicos que dão origem aos benefícios prestados pelos ecossistemas e as interfaces destes com o bem-estar humano.

Funções ecossistêmicas, definidas por Daly e Farley (2004 apud ANDRADE; ROMEIRO, 2009) são as constantes interações existentes entre os elementos estruturais de um ecossistema, incluindo transferência de energia, ciclagem de nutrientes, regulação de gás, regulação climática e do ciclo da água. Andrade e Romeiro (2009) acrescentam que tais funções criam uma verdadeira integridade sistêmica dentro dos ecossistemas, criando um todo maior que o somatório das partes individuais.

Segundo Sá (s.d.), o desenvolvimento da ciência ocidental não consegue estabelecer um valor intrínseco à natureza, justificativa pela qual se passou a trabalhar com a

noção de funções ambientais para justificar sua proteção. De acordo com Andrade e Romeiro (2009), o conceito de funções ecossistêmicas é relevante no sentido de que por meio delas se dá a geração dos chamados serviços ecossistêmicos, que são os benefícios diretos e indiretos obtidos pelo homem a partir dos ecossistemas.

A Figura 2 mostra a classificação das funções ecossistêmicas, segundo De Groot *et al.* (2002 apud ANDRADE; ROMEIRO, 2009)<sup>5</sup>.

Segundo estes autores as funções ecossistêmicas podem ser agrupadas em quatro categorias primárias: i) funções de regulação; ii) funções de habitat; iii) funções de produção; e iv) funções de informação. Os autores relatam que as duas primeiras classes proporcionam suporte e manutenção dos processos e componentes naturais, contribuindo para a provisão das demais funções.

---

<sup>5</sup> Para uma revisão mais detalhada a respeito das categorias de funções ecossistêmicas ver Andrade e Romeiro (2009).

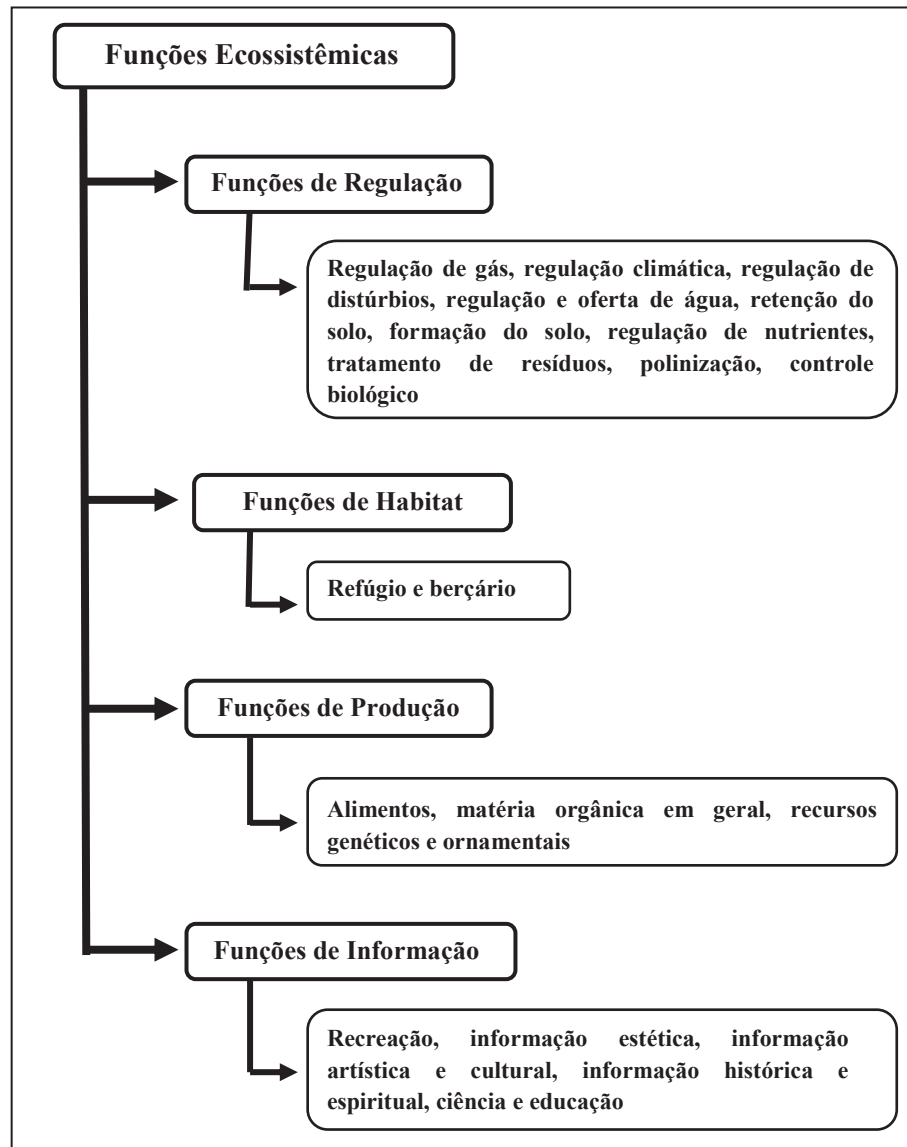


Figura 2 – Funções ecossistêmicas segundo a divisão em categorias  
 Fonte: Adaptado de De Groot et al. (2002 apud ANDRADE; ROMEIRO, 2009).

Segundo os mesmos autores, as funções ecossistêmicas são reconceitualizadas enquanto serviços de ecossistema na medida em que determinada função traz implícita a ideia de valor humano, ou seja, uma função passa a ser considerada um serviço ecossistêmico quando ela apresenta possibilidade/potencial de ser utilizada para fins humanos (HUETING *et al.*, 1997 apud ANDRADE; ROMEIRO, 2009).

De acordo com Daily (1997 apud VEIGA NETO, 2008) serviços ecossistêmicos são serviços prestados pelos ecossistemas naturais e as espécies que os compõem, na sustentação e preenchimento das condições para a permanência da vida humana na Terra.

Os serviços ambientais podem ser agrupados em quatro categorias: i) serviços de provisão (ou serviços de abastecimento); ii) serviços de regulação; iii) serviços culturais; e iv)

serviços de suporte (MEA, 2003). A Figura 3 apresenta os serviços ambientais de acordo com sua categoria.

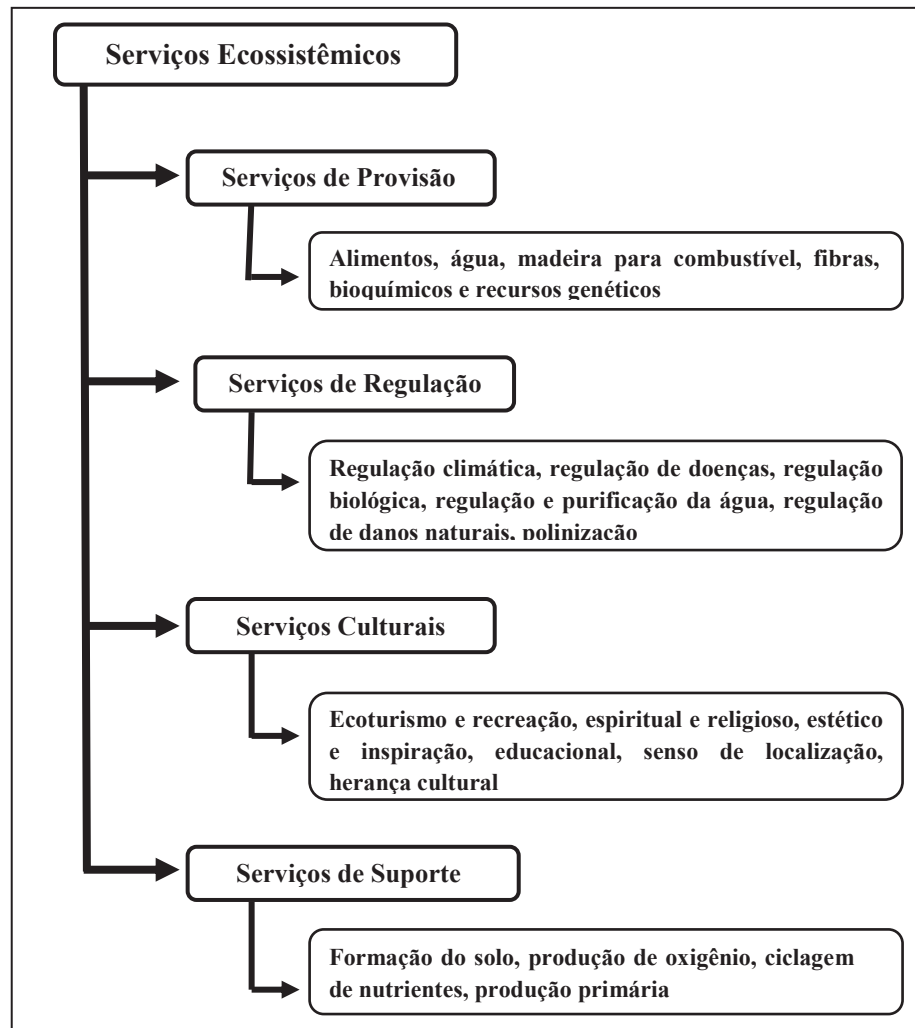


Figura 3 – Serviços ecosistêmicos segundo categorias da MEA

Fonte: Adaptado de MEA (2003 apud ANDRADE; ROMEIRO, 2009).

Os serviços de provisão são aqueles que podem ser aproveitados diretamente pelo homem, tais como alimentos e fibras, madeira para combustível e outros materiais que servem como fonte de energia, recursos genéticos, produtos bioquímicos, medicinais e farmacêuticos, recursos ornamentais e água. Por serem diretamente aproveitados e comercializados esses serviços são alvo da crescente demanda da sociedade. Assim, Andrade e Romeiro (2009) apontam a existência de *trade-offs* na geração de serviços ecosistêmicos.

Os autores citam que ações que preconizam o aumento na produção de alimentos, envolvem, para tal, o incremento no uso de água e fertilizantes, além da expansão de área cultivada. Essas ações impactam ou degradam outros serviços, incluindo a redução da

quantidade e qualidade de água para outros usos, assim como o decréscimo da cobertura florestal e ameaças à biodiversidade.

Quanto aos serviços de regulação, estes se relacionam às características regulatórias dos processos ecossistêmicos, como manutenção da qualidade do ar, regulação climática, controle de erosão, purificação de água, tratamento de resíduos, regulação de doenças humanas, regulação biológica, polinização e proteção de desastres (mitigação de danos naturais) (ANDRADE; ROMEIRO, 2009).

Um exemplo que pode ser citado é a questão da mudança climática, alvo de grande preocupação atualmente. Os autores citados anteriormente acrescentam como exemplo, como as mudanças nas condições dos ecossistemas afetam sua capacidade regulatória e a emissão de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). Os mesmos mostram que aproximadamente 40% das emissões históricas dos últimos dois séculos e cerca de 20% das emissões deste mesmo gás na década de 1990 foram originadas de mudanças no uso e gestão dos solos, principalmente relacionadas ao desflorestamento, além do uso de fertilizantes e práticas agrícolas inadequadas.

Os serviços culturais são caracterizados pela diversidade cultural, por valores religiosos e espirituais, pela geração de conhecimento (formal e tradicional), por valores educacionais e estéticos etc. Estes serviços estão intimamente ligados a valores e comportamentos humanos, bem como às instituições e aos padrões sociais a que são submetidos, segundo avaliação de Andrade e Romeiro (2009).

Alguns exemplos a serem explorados é a destinação de algumas áreas de proteção ambiental para o turismo ecológico, além de pequenas áreas verdes encontradas nas cidades destinadas à visitação, prática de esportes ecologicamente corretos, como trilhas.

Os serviços de suporte são identificados como aqueles necessários à produção dos outros serviços ecossistêmicos. Eles se diferenciam das demais categorias na medida em que seus impactos sobre o homem são indiretos e/ou ocorrem no longo prazo (ANDRADE; ROMEIRO, 2009). Como exemplos, pode-se citar a produção de alimentos e outros produtos, produção de oxigênio atmosférico, formação e retenção de solo, ciclagem de nutrientes, ciclagem da água e provisão de “habitat”.

Após as devidas explicações é válido ressaltar que grande parte dos recursos ambientais é de natureza pública, de livre acesso às pessoas e sem preço definido no mercado. Esta situação é conhecida dentro da economia ambiental como falha de mercado, implicando, muitas vezes, em um uso abusivo, irresponsável e descontrolado dos mesmos. Isso ocorre

porque os agentes não internalizam em suas obrigações os custos sociais e ambientais, dos quais possibilitam o surgimento de externalidades<sup>6</sup> negativas para a população.

Estimar quanto vale o ambiente natural, além das suas funções e serviços ecossistêmicos, e incluir esses valores na análise econômica são tentativas de corrigir essas tendências negativas do livre mercado.

Pensando nisso, em outubro de 2009, foi realizada a “Conferência Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais – PSA: Um encontro para o desenvolvimento e aplicação de mecanismos de PSA no Brasil”. Nessa conferência buscou-se encontrar meios de controlar e explorar os bens e serviços naturais de forma sustentável, através da institucionalização de uma Política Nacional de Serviços Ambientais e a criação do Programa Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais (PSA).

Assim, atribuir valor aos serviços ambientais, interligando-os às atividades dos sistemas de produção, modifica o papel do espaço rural brasileiro, além de ser um instrumento de política ambiental capaz de internalizar no mercado os serviços disponibilizados pela natureza. Portanto, a valoração econômica é um importante critério no processo de tomada de decisão para um desenvolvimento sustentável e para orientação de políticas ambientais.

## **2.4 Técnicas de valoração econômica de bens e serviços ambientais**

Conforme Motta (1998), determinar o valor econômico de um recurso ambiental é estimar o valor monetário deste em relação aos outros bens e serviços disponíveis na economia. Ortiz (2003) acrescenta que a valoração representa o quanto estamos dispostos a abrir mão de outros recursos disponíveis para obter a melhoria da qualidade ou quantidade do recurso ambiental.

Para May (1995), a valoração de um ecossistema tem como principais objetivos a determinação dos custos e dos benefícios de sua conservação. Ortiz (2003) explica, ainda, que o objetivo principal é, na verdade, estimar os custos sociais de se usar os recursos ambientais escassos ou incorporar os benefícios sociais advindos do uso desses recursos.

---

<sup>6</sup> Externalidades ocorrem quando o consumo e/ou produção de um determinado bem afetam os consumidores e/ou produtores, em outros mercados, e esses impactos não são considerados no preço de mercado do bem em questão. As externalidades podem ser positivas (benefícios externos) e negativas (custos externos) (SOUZA, s.d.).



Encontramos na literatura uma série de métodos de valoração capazes de fazer uma conexão entre o fornecimento dos recursos naturais e a estimativa econômica de seus benefícios. Pelo fato de não se saber, ao certo, o real valor monetário do bem ou serviço ambiental é que vem se discutindo sobre a eficiência de um método em relação ao outro.

Segundo Brandli (2006) cada método de valoração apresenta suas limitações na captação dos diferentes tipos de valores do recurso ambiental. A melhor escolha deverá considerar o objetivo da valoração, a eficiência do método para o caso específico e as informações disponíveis para o estudo. No processo de análise devem estar claras as limitações metodológicas e as conclusões restritas às informações disponíveis.

O valor do bem ou serviço ambiental pode ser interpretado de diversas maneiras (Figura 4).

Pearce e Turner (1991 apud MATTOS; MATTOS, 2004) afirmam existir três relações dos valores ambientais adotados pela política e ética nas sociedades industrializadas, sendo elas: valores expressos em preferências individuais; valores de preferência pública; e valores do ecossistema físico funcional.

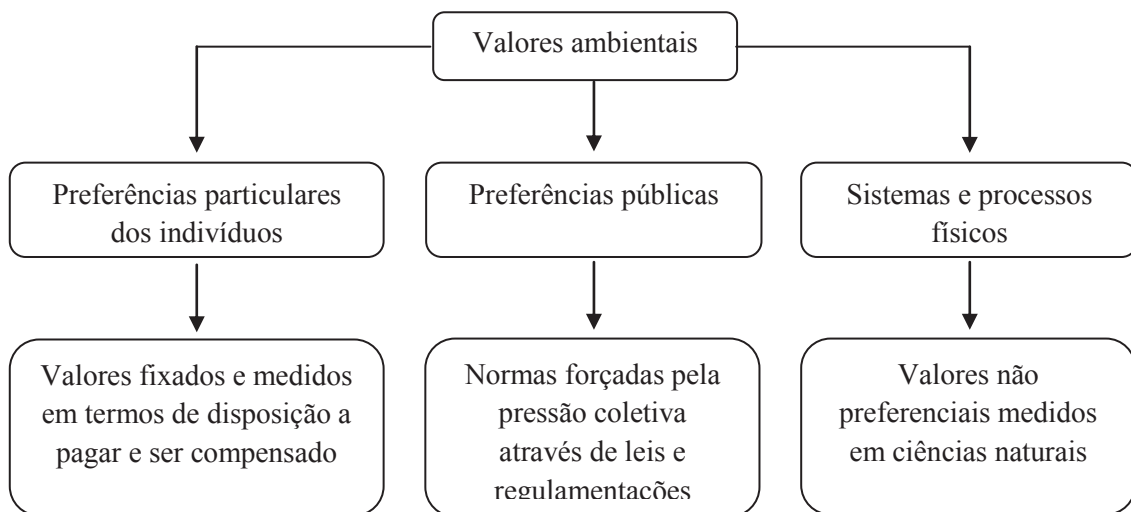


Figura 4 – Relações dos valores ambientais

Fonte: Adaptado de Pearce e Turner (1991 apud MATTOS e MATTOS, 2004).

Maia (2002) afirma que o valor de um recurso ambiental será definido em função de seus atributos. Os fluxos de bens e serviços ambientais gerados pelo consumo definem os atributos relacionados ao seu valor de uso. Os atributos relacionados à própria existência do recurso, sem qualquer associação ao seu uso presente ou futuro, configuram o valor de não uso, ou valor de existência do recurso ambiental. Os valores de uso, por sua vez, podem ainda

ser classificados em valor de uso direto, valor de uso indireto e valor de opção. A desagregação do valor econômico do recurso ambiental é ilustrada no Quadro 3.

VALOR ECONÔMICO DO RECURSO AMBIENTAL			
Valor de Uso			Valor de Não Uso
Valor Direto	Valor Indireto	Valor de Opção	Valor de Existência
Apropriação direta de recursos ambientais via extração, visitação ou outra atividade de produção ou consumo direto.	Fornecimento de suporte para as atividades econômicas e o bem-estar humano, ou seja, benefícios indiretos gerados pelas funções ecossistêmicas.	Intenção de consumo direto ou indireto do bem ambiental no futuro.	Valores intrínsecos ao bem ambiental que se relacionam a preservação dos valores morais, culturais e éticos.

Quadro 3 – Decomposição do valor econômico do recurso ambiental  
 Fonte: Adaptado de Maia (2002).

Munasinghe (1992 apud MATTOS; MATTOS, 2004) distribui o valor de um recurso ambiental de forma mais detalhada. O valor de uso, segundo esse autor, é atribuído pelas pessoas que realmente usam ou usufruem do meio ambiente em risco, do qual é calculado a partir de dados estatísticos. Os valores de uso direto e indireto estão associados às possibilidades presentes de uso dos recursos. As pessoas que não usufruem do meio ambiente também podem valorá-lo, de acordo com o referido autor, em relação a usos futuros, seja para elas mesmas ou para gerações futuras. Esse valor é chamado de valor de opção.

Os valores de existência são expressos pelos indivíduos a partir da avaliação que os mesmos fazem da singularidade e da irreversibilidade da destruição do meio ambiente, associadas à incerteza da extensão de seus efeitos negativos (MATTOS; MATTOS, 2004).

A Figura 5 representa a distribuição do valor econômico de um recurso ambiental, preconizado por Munasinghe (1992 apud MATTOS; MATTOS, 2004).

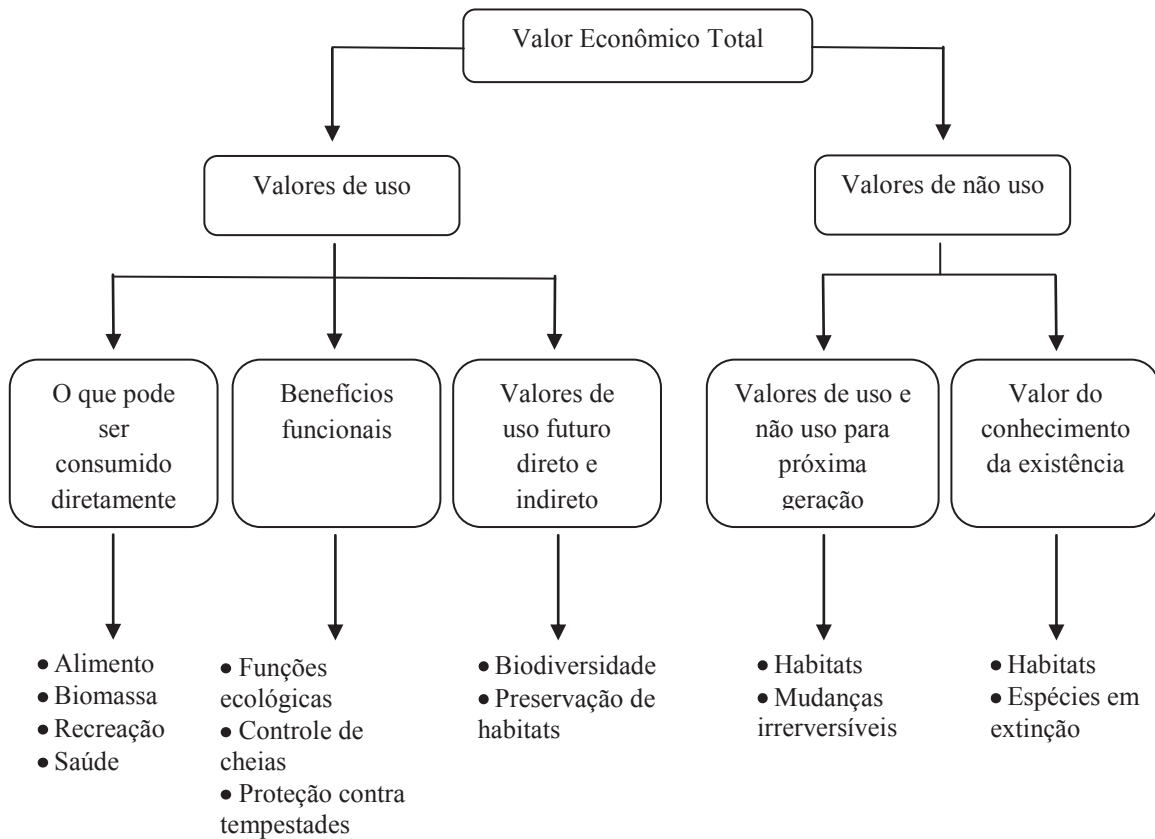


Figura 5 – Categorias de valores econômicos atribuídos aos bens ambientais  
 Fonte: Munasinghe (1992 apud MATTOS; MATTOS, 2004).

Apesar desses conhecimentos acerca do valor econômico dos bens ambientais, há uma grande dificuldade quando da valoração, devido, dentre outros motivos, ao desconhecimento das complexas relações da biodiversidade, da capacidade de regeneração do ambiente e seu limite de suporte das atividades humanas. Assim, segundo Bromley (1995), um processo que resume toda a complexidade ambiental numa simples medida de valor monetário irá indubitavelmente provocar uma importante perda de informação.

Na tentativa de minimizar essa perda e os impactos provocados pela sociedade em relação ao meio ambiente, foram desenvolvidos alguns métodos ou técnicas de valoração ambiental. Merico (1996 apud MATTOS; MATTOS, 2004) afirma que tais métodos não possuem classificação rígida, assim, podem ser utilizados sob diversos enfoques, dependendo dos propósitos.

Dois categorias de métodos de valoração ambiental podem ser diferenciadas (baseada na classificação de MAIA, 2002): o método direto e o método indireto (Figura 6).

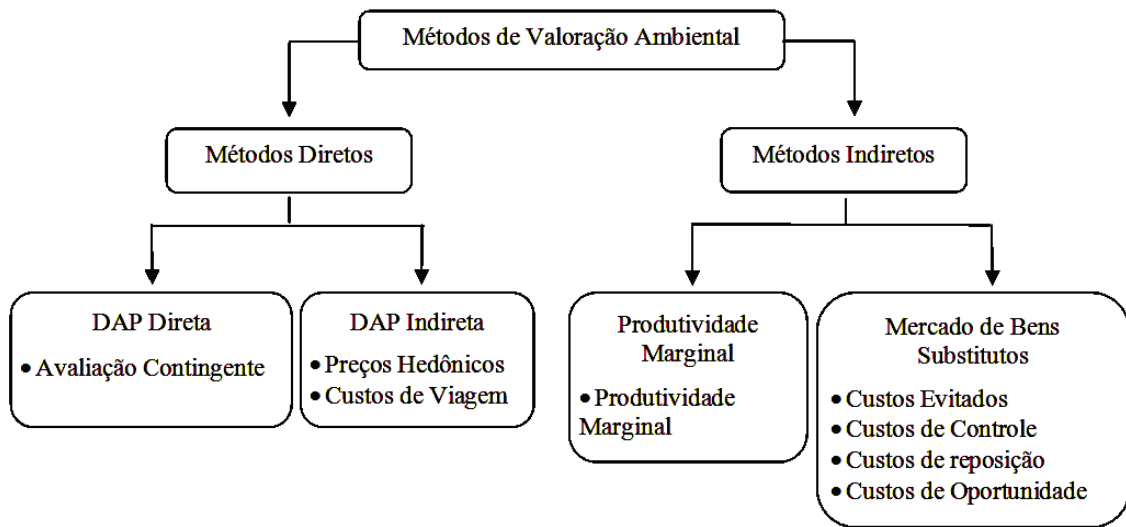


Figura 6 – Métodos de valoração ambiental

Fonte: Maia (2002).

Nota: DAP = Disposição a Pagar

Os métodos diretos de valoração (ou métodos de função de demanda, segundo MOTTA, 2006) são utilizados quando o bem ou serviço ou impacto ambiental não pode ser valorado pelo comportamento do mercado, ainda que indiretamente. Motta (2006) acrescenta que esses métodos estimam diretamente os valores econômicos (preços-sombra ou custos de oportunidade) com base em funções de demanda para esses recursos derivadas de mercados de bens e serviços privados complementares ao recurso ambiental ou mercados hipotéticos construídos especificamente para o recurso ambiental em análise. Assim, tais métodos permitem captar as medidas de disposição a pagar - DAP (ou receber pagamento - DARP) dos indivíduos de acordo com as variações da disponibilidade do recurso.

Os métodos diretos podem ser divididos em outros dois subgrupos. O primeiro, DAP Direto representado pelo método de avaliação contingente ou valoração contingente - simula um mercado hipotético para captar diretamente a disposição a pagar das pessoas para o bem ou serviço ambiental, ou seja, utiliza pesquisas amostrais para identificar, em termos monetários, as preferências individuais em relação a bens que não são comercializados no mercado; e o segundo, DAP Indireto formado pelos métodos de preços hedônicos e custo de viagem - procuram obter indiretamente a disposição a pagar dos indivíduos através de um mercado de bens complementares<sup>7</sup>.

<sup>7</sup> Bens perfeitamente complementares são aqueles consumidos em proporções constantes entre si (VARIAN, 1984).

Os métodos indiretos de valoração (ou métodos da função de produção, segundo MOTTA, 2006) obtêm uma estimativa do valor econômico do recurso ambiental a partir da observação do comportamento dos indivíduos em mercados relacionados com o ativo ambiental, sejam eles bens complementares ao consumo do recurso ou de bens substitutos<sup>8</sup> ao mesmo. Mattos e Mattos (2004) dizem que esses métodos podem estar intrinsecamente relacionados aos preços de mercado ou à produtividade, descrevendo uma relação de causa e efeito.

Os métodos indiretos são subdivididos em duas vertentes: a produtividade marginal – atribuição de um valor ao uso do bem ou serviço relacionando a quantidade ou a qualidade desse recurso ambiental diretamente à produção de outro produto com preço definido no mercado; e o mercado de bens substitutos – o valor do bem ambiental é calculado a partir do princípio de que a perda de qualidade ou escassez do bem ou serviço ambiental irá aumentar a procura por substitutos na tentativa de manter o mesmo nível de bem estar da população.

Os resultados de todos estes métodos são expressos em valores monetários, por ser a medida padrão da economia e a forma como os indivíduos expressam suas preferências no mercado.

A valoração econômica ambiental é fundamental para a gestão sustentável dos recursos ambientais, bem como para a tomada de decisões que envolvam projetos com grandes impactos ambientais, principalmente para o bioma Caatinga.

## **2.5 Pagamento por serviços ambientais (PSA)**

Um mecanismo de pagamento pelos serviços ambientais se encaixa na categoria de instrumentos econômicos, uma vez que tenta direcionar a decisão do dono da terra em adquirir práticas que mantêm ou aumentem o fluxo de serviços ecossistêmicos (MADRIGAL; ALPÍZAR, 2009). Assim, esses autores afirmam que, em vez de impor restrições à tomada de decisão, como é o caso da regulação direta, os instrumentos baseados no mercado buscam

---

<sup>8</sup> Dois bens são substitutos quando o consumidor aceita substituir um pelo outro a uma taxa constante (VARIAN, 1984), ou seja, o consumidor é indiferente ao escolher entre bens substitutos. Na prática, diferenças de funcionalidade e fatores subjetivos afetam o quanto um bem pode ser substituído por outro.

influenciar as decisões, alterando a rentabilidade relativa das diferentes opções de práticas agrícolas para fazer pender a balança em favor da disposição ideal de serviços ambientais.

Os autores acrescentam que com este tipo de pagamento se espera equilibrar melhor a balança de custos e benefícios, pois, geralmente, o proprietário do terreno assume todos os custos da gestão sustentável e proteção do meio ambiente, mas só recebe uma pequena fração dos lucros, que não são exclusivos. Desse modo, como os beneficiários desses serviços terão que pagar por eles, se espera que os mesmos deixem de ser considerados como recursos de livre disponibilidade e, provavelmente, serão melhores utilizados.

Segundo o Fórum Regional (2004 apud ZOLIN, 2010), os pagamentos por serviços ambientais (PSAs) são esquemas flexíveis, mecanismos diretos e promissores de compensação, onde os prestadores de serviços são pagos pelos utilizadores do serviço.

Pagamento por serviços ambientais é parte de um novo e mais direto paradigma de conservação, o qual reconhece explicitamente a necessidade de ligar os interesses dos detentores da terra e dos beneficiários (WUNDER, 2005). A ideia básica do PSA, segundo TNC (s.d.), é remunerar quem, direta ou indiretamente, preserva o meio ambiente, recompensando (com dinheiro ou outros meios) aqueles que ajudam a conservar/produzir serviços ambientais mediante a adoção de práticas, técnicas e/ou sistemas que privilegiem o meio ambiente.

Os esquemas de PSA podem prever a adoção de boas práticas agrícolas para assegurar a provisão dos serviços ambientais (CAMACHO, 2003), ou seja, o instrumento tem por base o princípio protetor-recebedor, dadas as adaptações, onde os proprietários rurais que se dispõem a adotar práticas agrícolas que garantam o fluxo permanente da geração de serviços ambientais serão recompensados à medida que estes serviços aumentem e mantenham a integridade ambiental da área.

O Princípio do Protetor-Recebedor permite a compensação por serviços ambientais prestados, sendo assim, uma forma de estímulo para os atores sociais que têm sensibilidade ecológica e contribuem para a conservação do meio ambiente em que está inserido.

Wunder (2007) afirma que a ideia central do PSA é que beneficiários dos serviços ambientais oferecidos façam contratos diretos para o pagamento dos produtores locais ou usuários das terras (provedores de serviços), que adotam práticas de uso da terra e seus recursos de modo a promover sua conservação e restauração.

O mesmo autor acrescenta que as demandas por serviços ambientais podem ser geradas por meio de preferências privadas (ecoturismo), preferências públicas (proteção de áreas estratégicas de armazenamento de água para abastecimento público e proteção das espécies) ou políticas internacionais para diminuição das emissões de gases.

Zolin (2010) afirma que nos últimos anos tem havido experiências consideráveis com os sistemas de PSA na América Latina (Por exemplo: Costa Rica, Equador, Peru, Guatemala e Colômbia), além de países como Estados Unidos, México, Honduras, Espanha e Itália. Acrescenta, ainda, que a América Latina tem se mostrado bastante promissora para a implementação de serviços ecossistêmicos, onde esses sistemas de PSA variam desde projetos locais em áreas pilotos (Por exemplo, em sistemas agroflorestais), com um serviço ambiental bem definido, até programas nacionais suportados pelos governos (o caso da Costa Rica).

O Brasil é um país apto à implantação de sistemas de PSA, pois possui diferentes possibilidades de demanda por serviços ecossistêmicos, além de possuir grande variedade de recursos naturais, segundo Zolin (2010). O referido autor, em seu estudo, realizou um levantamento de algumas iniciativas de PSA ocorridas no País, dentre elas o ICMS Ecológico, Proambiente, Bolsa Floresta, Projeto Oásis e Projeto “Conservador das Águas”. Além desses, podemos citar o Programa Produtor de Água.

### 2.5.1 ICMS Ecológico

O imposto ecológico (ICMS Ecológico) é um instrumento econômico adotado por vários estados brasileiros para subsidiar e incentivar as ações de conservação ambiental. Segundo Zolin (2010) ele permite aos municípios receberem parte dos recursos financeiros arrecadados do Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS), em reconhecimento da prestação de um determinado serviço ambiental à sociedade, como a preservação de áreas florestadas existentes no município. Hempel (2010) afirma que a conservação ambiental é o critério mais utilizado na repartição dos recursos financeiros a que os municípios têm direito. A Figura 7 mostra o processo de distribuição dos recursos financeiros destinados aos municípios brasileiros.

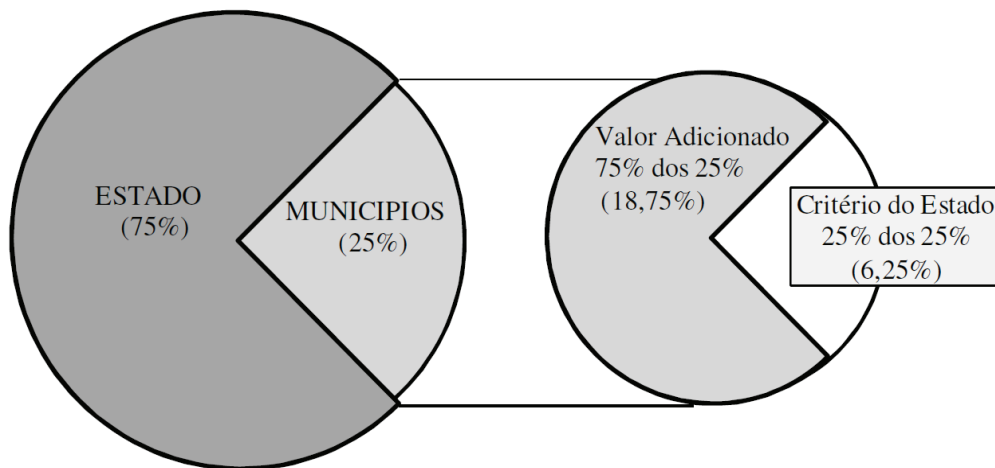


Figura 7 – Distribuição do ICMS conforme a Constituição Federal  
 Fonte: Adaptado de TNC (2010 apud ZOLIN, 2010).

TNC (s.d.) observa que o ICMS Ecológico pode servir como um instrumento de estímulo à conservação da biodiversidade, quando ele compensa o município pelas áreas protegidas e também quando incentiva a criação delas, já que considera o percentual que os municípios possuem de áreas de conservação em seus territórios. Porém, devemos salientar que o critério ambiental refletido no ICMS Ecológico é mais amplo, pois engloba outros fatores como a gestão dos resíduos sólidos, o tratamento dos esgotos, dentre outros.

No Ceará, o ICMS Ecológico está ligado ao Programa Selo Município Verde (PSMV)<sup>9</sup>, onde a distribuição financeira destinada aos municípios é proporcional à classificação obtida pelos mesmos na avaliação ambiental realizada anualmente pelo Programa.

### 2.5.2 Proambiente

O Programa de Desenvolvimento Sócio-ambiental de Produção Familiar Rural (Proambiente) é um Programa do Governo Federal que tem como objetivo promover o equilíbrio entre a conservação dos recursos naturais e produção familiar no campo, por meio da gestão ambiental do território rural, do planejamento integrado das unidades produtivas e

<sup>9</sup> De acordo com a Lei 13.304, de 19 de maio de 2003, o “Selo Município Verde” é um distintivo que identifica os municípios cearenses que desenvolvem ações protetivas ao meio ambiente com melhores resultados possíveis na salvaguarda ambiental, proporcionando melhor qualidade de vida para as presentes e futuras gerações.



da prestação de serviços ambientais, reunindo conceitos de produção campesina e de conservação ambiental.

O Ministério do Meio Ambiente afirma que esse programa permite a remuneração de serviços ambientais prestados à sociedade brasileira e internacional, tais como a redução do desmatamento, sequestro de carbono atmosférico, restabelecimento das funções hidrológicas dos ecossistemas, conservação e preservação da biodiversidade, conservação dos solos, redução da deterioração da paisagem, troca de matriz energética e eliminação de agroquímicos (MMA, s.d).

O Proambiente tem como públicos prioritários os agricultores familiares e os povos e comunidades tradicionais (MMA, 2010).

### 2.5.3 Bolsa Floresta

O Bolsa Floresta é um programa do Governo do Amazonas para reconhecer, valorizar e compensar as populações tradicionais e indígenas do estado pelo seu papel na conservação das florestas, rios, lagos e igarapés. É o primeiro programa brasileiro de PSA feito diretamente para as comunidades que residem nas unidades de conservação do estado, com o principal objetivo de reduzir as emissões de gases decorrentes do desmatamento. O dinheiro para o pagamento dos benefícios vem dos juros dos recursos existentes no Fundo Estadual de Mudanças Climáticas (AMAZONAS, s.d.).

De acordo com Amazonas (s.d.), o programa possui quatro componentes: I- Bolsa Floresta Renda: incentivo à produção sustentável; II- Bolsa Floresta Social: investimentos em saúde, educação, transporte e comunicação; III- Bolsa Floresta Associação: fortalecimento da associação e controle social do programa; e IV- Bolsa Floresta Familiar: envolvimento das famílias na redução do desmatamento.

#### 2.5.4 Projeto OÁSIS

O Projeto Oásis foi desenvolvido em 2006 pela Fundação O Boticário. Zolin (2010) coloca que o foco do projeto é a proteção de mananciais da grande São Paulo e sua consequente contribuição para a manutenção da qualidade da água que abastece cerca de quatro milhões de pessoas.

O projeto objetiva fortalecer a proteção de remanescentes de Mata Atlântica e ecossistemas associados na Área de Proteção aos Mananciais da região metropolitana de São Paulo, especificamente na bacia hidrográfica da represa de Guarapiranga e nas Áreas de Proteção Ambiental municipais do Capivari-Monos e Bororé-Colônia (ZOLIN, 2010).

O principal diferencial do projeto é o apoio técnico e financeiro à conservação de áreas naturais em propriedades particulares, destinado a proprietários que se comprometam a conservar estes remanescentes, por intermédio de contratos de “premiação por serviços ecossistêmicos” (FOB, 2010 apud ZOLIN, 2010).

#### 2.5.5 Projeto “Conservador das Águas”

O Projeto é a primeira iniciativa municipal brasileira que implanta o conceito de PSA baseada na relação existente entre a floresta e os serviços prestados por ela em relação à conservação do solo e qualidade de água (TNC, s.d.).

Extrema (s.d.) coloca que o objetivo é compensar financeiramente os proprietários rurais que se comprometam a aderir ao Projeto, através da execução de ações de proteção florestal e restauração de suas áreas degradadas que margeiam os cursos d’água, dentro da sub-bacia hidrográfica das Posses, inserida no município.

Segundo Zolin (2010), o objetivo geral do projeto é garantir a sustentabilidade socioambiental das práticas implantadas por meio do pagamento pelos serviços ambientais e gerar incentivos econômicos a proprietários que ainda tem áreas de floresta nativa e/ou que queiram se adequar ao código florestal vigente.

As metas estabelecidas com a implantação do projeto são: I- Adoção de práticas conservacionistas de solo, visando o abatimento efetivo da erosão e da sedimentação; II-

Implantação de Sistemas de Saneamento Ambiental; abastecimento de água, tratamento de esgoto e coleta de lixo; III- Implantação e manutenção das Áreas de Preservação Permanente; e IV- Implantação através de averbação em cartório da Reserva Legal (ZOLIN, 2010).

#### 2.5.6 Programa Produtor de Água

O Programa Produtor de Água<sup>10</sup> foi desenvolvido pela Agência Nacional de Águas – ANA, com intuito de estimular a política de pagamento por serviços ambientais voltados à proteção hídrica no Brasil. Segundo ANA (s.d.), o objetivo deste programa é a melhoria da qualidade, a ampliação e a regularização da oferta de água em bacias hidrográficas de importância estratégica para o País. Para isso, o mesmo apoia, orienta e certifica projetos que visem à redução da erosão e do assoreamento de mananciais no meio rural.

Os projetos são voltados a produtores rurais que adotam práticas e manejos conservacionistas em suas terras, visando à conservação do solo e da água, onde os mesmos recebem a remuneração proporcional aos benefícios ambientais gerados em sua propriedade mediante inspeção prévia.

Atualmente existem oito projetos componentes do referido Programa: Projeto Conservador de Águas (descrito anteriormente) – Extrema/MG; Projeto PCJ – MG/SP; Projeto Pípiripau – Pípiripau/DF; Projeto Produtores de Água – ES; Projeto Oásis – Apucarana/PR; Projeto Produtores de Água e Floresta – Guandu/RJ; Projeto Produtor de Água – Camboriú/SC; Projeto Guariroba - Guariroba/MS.

### 2.6 Um olhar sobre a agricultura familiar no Brasil, no Nordeste e no Ceará

A relevância desta seção está na importância e no papel que a agricultura familiar vem representando, da qual está sendo impulsionada pelos debates embasados no desenvolvimento sustentável e na geração de emprego e segurança alimentar. Vargas (2010)

---

<sup>10</sup> Para obter informações mais detalhadas a respeito do Programa, ver ANA (s.d.).

afirma que a produção agrícola familiar apresenta características que mostram sua força como local privilegiado ao desenvolvimento de agricultura sustentável, em função de sua tendência à diversificação, a integração de atividades vegetais e animais, além de trabalhar em menores escalas.

O conceito de agricultura familiar é bastante diferenciado em seus critérios, principalmente pelos aspectos metodológicos. Mayorga (1980 apud BARROS, 2000) cita uma classificação efetuada por Nakagima, que classifica os agricultores em quatro grupos, segundo a proporção da produção consumida e a proporção da mão-de-obra utilizada. A Figura 8 mostra as relações existentes entre os quatro grupos de agricultores.

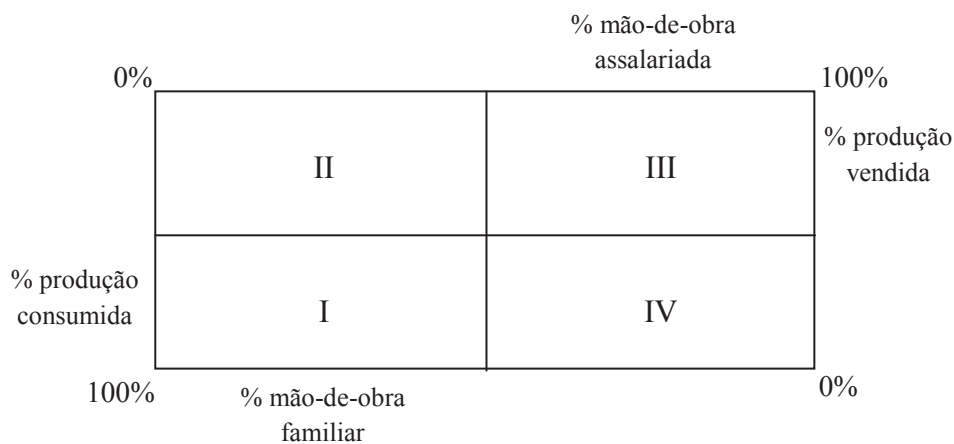


Figura 8 – Diagrama de Nakagima  
Fonte: Mayorga (1980 apud BARROS, 2000).

Barros (2000) denomina os estabelecimentos familiares de empresas rurais e analisa que dos quatro quadrantes delimitados, dois (I e III) representam situações bem definidas: o caso das empresas familiares de subsistência e o caso das empresas com orientação de mercado que utilizam mão-de-obra assalariada. Por outro lado, nos quadrantes II e IV, encontram-se nos casos intermediários de empresas familiares modernas e de empresas tradicionais de grande escala.

Diante das classificações colocadas por Nakagima, a estrutura da agricultura familiar encontrada atualmente está se deslocando do quadrante I para o II, pois este deslocamento é fruto dos esforços provenientes do governo, sociedade civil organizada e outras entidades, que visam à agricultura que se utiliza da mão-de-obra familiar, mas possuem orientação de mercado.

Além da classificação sugerida por Nakagima, podemos citar a definição colocada por Bittencourt e Bianchini (1996), onde adotam a seguinte definição: “Agricultor familiar é

todo aquele(a) agricultor(a) que tem na agricultura sua principal fonte de renda (mais de 80%) e que a base da força de trabalho utilizada no estabelecimento seja desenvolvida por membros da família. É permitido o emprego de terceiros temporariamente, quando a atividade agrícola assim necessitar. Em caso de contratação de força de trabalho permanente externo à família, a mão-de-obra familiar deve ser igual ou superior a 75% do total utilizado no estabelecimento”.

A agricultura familiar é conceituada como uma forma de produção em que predomina a interação da gestão com o trabalho, cujo processo produtivo é dirigido pelos agricultores familiares, enfatizando a diversificação e utilizando o trabalho familiar, eventualmente complementado pelo trabalho assalariado (MDA/SAF, 2005). É constituída por agricultores que apresentam diferenciações importantes no tocante a aspectos como o modo de produzir, a renda da família, o nível de organização, o acesso ao crédito, a propriedade da terra, a assistência técnica e a capacitação (SOUZA, 2008).

O IBGE considera como agricultura familiar a atividade econômica realizada pela agricultura e empreendimentos familiares rurais no País, que atendem, simultaneamente, aos critérios definidos pela Lei nº 11.326, de 24 de julho de 2006. São eles: a área do estabelecimento ou empreendimento rural não excede quatro módulos fiscais<sup>11</sup>; a mão de obra utilizada nas atividades econômicas desenvolvidas é predominantemente da própria família; a renda familiar é predominantemente originada dessas atividades; e o estabelecimento ou empreendimento é dirigido pela família. Para este estudo foi considerada como agricultura familiar, a adotada pelo IBGE.

Kaminura, Oliveira e Burani (2010) alerta que os dados, quando analisados separadamente ou examinados sob uma ótica parcial, sem o contexto geral, podem induzir a conclusões errôneas. Mesmo correndo o risco mencionado, o objetivo desta seção é analisar alguns dados pertinentes à agricultura familiar no Brasil, no Nordeste e no Ceará.

No Censo Agropecuário 2006, o IBGE tece alguns comentários acerca da caracterização da agricultura familiar no Brasil:

- A agricultura familiar foi identificada em 84,4% (4.367.902) dos estabelecimentos brasileiros, representando apenas 24,3% (80,25 milhões de hectares) da área ocupada pelos estabelecimentos agropecuários nacionais – Tabela 1;

---

<sup>11</sup> É uma unidade de medida, expressa em hectare, fixada para cada município, instituída pela Lei n.º 6.746, de 10 de dezembro de 1979, que leva em consideração: o tipo de exploração predominante no município; a renda obtida com a exploração predominante; outras explorações existentes no município que, embora não predominantes, sejam expressivas em função da renda ou da área utilizada e; conceito de propriedade familiar (SELIGMAN, s.d.). No Ceará, 1 (um) módulo fiscal varia de 5 (cinco) a 90 hectares.

- Dos 80,25 milhões de hectares da agricultura familiar, 45,0% eram destinados a pastagens, enquanto a área com matas, florestas ou sistemas agroflorestais ocupavam 28,0% das áreas, e por fim as lavouras que ocupavam 22,0% - Tabela 2;
- Foi destacada a presença de áreas com matas destinadas à preservação permanente ou reserva legal de 10,0% em média nos estabelecimentos familiares;
- Em relação à educação na agricultura familiar, foi revelado que 63% das pessoas da agricultura familiar e com laços de parentesco com o produtor sabiam ler e escrever, representando cerca de sete milhões de pessoas - Tabela 3;
- E, ainda relacionado com o grau de escolaridade e qualificação da mão de obra, apenas 170 mil pessoas (1,54%), declararam possuir qualificação profissional - Tabela 3.

A seguir podem ser vistos, além dos dados apresentados acima referentes à situação brasileira, a caracterização da agricultura familiar no Nordeste e no Ceará - Tabelas 1, 2 e 3.

Na Tabela 1 pode-se perceber que apesar das diferenças de porcentagens encontradas entre os diferentes níveis hierárquicos, os índices que representam a porcentagem do número de estabelecimentos e área total utilizada pela agricultura familiar observados melhoraram, porém não se constatou mudanças na estrutura da distribuição deste percentual, ou seja, a agricultura familiar compreende a maioria do número de estabelecimentos, porém utilizam menores áreas.

No Nordeste, a agricultura familiar abrange, aproximadamente, 89% dos estabelecimentos, com área total de 28.332.599,32 hectares (37% do total). No Ceará, foram identificados 341.510 estabelecimentos com características da agricultura familiar, cerca de 90% destes abrangendo 44,1% (3,49 milhões de hectares) da área ocupada pelos estabelecimentos agropecuários nacionais.

Diante dos números apresentados, pode-se afirmar que a agricultura familiar possui grande relevância social dados os níveis de adesão a essa forma de produção. E, segundo IBGE (2006) a agricultura familiar é responsável por garantir boa parte da segurança alimentar do país, como importante fornecedora de alimentos para o mercado interno, pois foi

responsável por 87% da produção nacional de mandioca, 70% da produção de feijão, 46% do milho, 38% do café (parcela constituída por 55% do tipo robusta ou conilon e 34% do arábica), 34% do arroz, 58% do leite (composta por 58% do leite de vaca e 67% do leite de cabra), 59% do plantel de suínos, 50% das aves, 30% dos bovinos e, ainda, 21% do trigo. A cultura com menor participação da agricultura familiar foi a soja (16%).

Tabela 1 – Caracterização da agricultura familiar no Brasil, no Nordeste e no Ceará, quanto ao total de estabelecimentos e à área total ocupada, 2006.

	Total	Agricultura familiar	Não familiar	% em relação ao total	
				Agricultura familiar	Não familiar
Brasil					
Total de estabelecimentos (unidades)	5.175.489	4.367.902	807.587	84,40	15,60
Área total (ha)	329.941.393	80.250.453	249.690.940	24,32	75,68
Nordeste					
Total de estabelecimentos (unidades)	2.454.006	2.187.295	266.711	89,13	10,87
Área total (ha)	75.594.442	28.332.599	47.261.842	37,48	62,52
Ceará					
Total de estabelecimentos (unidades)	381.014	341.510	39.504	89,63	10,37
Área total (ha)	7.922.214	3.492.848	4.429.366	44,09	55,91

Fonte: Elaborada pela autora com base em dados do Censo agropecuário 2006 (IBGE, 2010).

Na Tabela 2 verifica-se a área total utilizada pela agricultura familiar, quanto aos diferentes usos das terras, nos três níveis hierárquicos.

Tabela 2 – Caracterização da agricultura familiar no Brasil, no Nordeste e no Ceará, quanto à área total utilizada pelos diferentes usos das terras, 2006.

	Lavoura	Pastagem	Matas e/ou florestas	Total - Agricultura familiar
Brasil				
Área total (ha)	17.659.439	36.391.213	22.229.295	80.250.453*
Porcentagem em relação ao total	22,01	45,35	27,70	95,06**
Nordeste				
Área total (ha)	6.430.222	11.781.992	8.518.809	28.332.599*
Porcentagem em relação ao total	22,70	41,58	30,07	94,35**
Ceará				
Área total (ha)	1.014.710	1.107.978	1.147.915	3.492.848*
Porcentagem em relação ao total	29,05	31,72	32,86	93,63**

Fonte: Elaborada pela autora com base em dados do Censo agropecuário 2006 (IBGE, 2010).

Notas: \*Valor de todos os tipos de utilização das terras, incluindo: Tanques, lagos, açudes e/ou área de águas públicas para exploração da aquicultura; Construções, benfeitorias ou caminhos; Terras degradadas e Terras inaproveitáveis para agricultura ou pecuária. \*\*Percentual de cada uso da terra colocado relacionado com o total de áreas utilizadas pela agricultura familiar.

No Nordeste, a área total utilizada pelos diferentes usos das terras é assim distribuída: as áreas com pastagem representam, aproximadamente, 42%, as com lavouras, 23%, e matas e/ou florestas utilizam 30% do total. Comparando com os dados obtidos no Brasil como um todo, observa-se um aumento de 9% no número de hectares destinados às matas e/ou florestas e um decréscimo da área de pastagem, de aproximadamente, 9%.

Os índices observados no Estado estão bastante equilibrados no tocante à distribuição quanto à utilização das terras. Dos 3,49 milhões de hectares da agricultura familiar, 32% eram destinados a pastagens, enquanto a área com matas, florestas ou sistemas agroflorestais ocupavam 33% das áreas, e por fim as lavouras que ocupavam 29%. Isso pode ser explicado pela aptidão do Estado para a agricultura, bem como as peculiaridades que o bioma Caatinga tem que dificulta a criação extensiva de rebanhos, utilizando, portanto, menos de áreas com pastagens.

Verifica-se, ainda, um acréscimo de 19% e 9% das áreas destinadas às matas e/ou florestas no Ceará quando comparadas aos valores do Brasil e do Nordeste, respectivamente.



Isso demonstra que o Estado do Ceará está bem avançado no tocante à preservação ambiental, baseado em dados de 2006.

A Tabela 3 mostra a situação encontrada nos três níveis hierárquicos quanto à escolaridade e à qualificação profissional.

Tabela 3 – Caracterização da agricultura familiar no Brasil, no Nordeste e no Ceará, quanto à escolaridade e qualificação profissional, 2006.

	Escolaridade			Qualificação profissional		
	Total	Sabiam ler e escrever	% em relação ao total	Total	Possui qualificação	% em relação ao total
Brasil	11.036.701	6.984.632	63,29	11.036.701	170.089	1,54
Nordeste	3.279.075	2.916.103	88,93	57.641	37.385	64,86
Ceará	501.029	446.080	89,03	5.981	3.923	65,59

Fonte: Elaborada pela autora com base em dados do Censo agropecuário 2006 (IBGE, 2010).

Os níveis de escolaridade e de qualificação profissional no Nordeste são melhores quando comparados aos níveis do Brasil. Quanto à escolaridade, 2.916.103 agricultores familiares declararam que sabiam ler e escrever (aproximadamente 89%) e 65% de pessoas disseram possuir qualificação profissional, um grande diferencial quando comparado ao do Brasil (1,54%).

No Ceará observou-se que 89% das pessoas da agricultura familiar e com laços de parentesco com o produtor sabiam ler e escrever, cerca de 446.080 pessoas. Além disso, 3923 entrevistados (66%) declararam ter qualificação profissional.

Apesar das enormes diferenças encontradas com os dados do Brasil, percebe-se uma igualdade entre estes dados no Nordeste e no Ceará, o que demonstra um equilíbrio entre o desenvolvimento educacional e de qualificação profissional entre os estados nordestinos.

Pode-se concluir, então, que a agricultura familiar é um importante aliado para o desenvolvimento sustentável do país, seja por sua expressão econômica, seja por sua dimensão social, cultural e também ambiental. Porém há uma limitação clara para o pleno desenvolvimento dessa sustentabilidade: o nível educacional e profissional dos agricultores, o que dificulta a assimilação e disseminação das boas práticas de conservação do meio ambiente. Vargas (2010) confirma que o grande desafio para a sustentabilidade da agricultura familiar é a falta de escolaridade do agricultor familiar.

Apesar do estado do Ceará apresentar melhores indicadores quanto ao nível de escolaridade e qualificação profissional quando comparado às médias do Brasil, muito ainda precisa ser feito. A parcela da população enquadrada na agricultura familiar com algum tipo de qualificação no Estado (66%) ainda é insuficiente para a sustentabilidade ambiental, pois, para tal objetivo, eles necessitam estar bem informados quanto às inovações tecnológicas depositadas atualmente; bem como ter o bom senso de aplicar aquelas que conservam o meio ambiente gerando algum tipo de renda mediante as adversidades climáticas, políticas e financeiras a que são submetidos.

O Brasil vem modificando a realidade no meio rural através de políticas públicas, principalmente para o agricultor familiar, pois é amplamente divulgado que essa classe de agricultores é uma das que mais degradam o meio ambiente (no nosso caso, o bioma Caatinga). Por outro lado, outros autores, como Frank (2000), evidenciam que é usual encontrar agricultores familiares aplicando medidas de conservação dos recursos naturais, tais como a construção de terraços, rotação de culturas, plantios em consórcio, plantação de árvores, agricultura orgânica, dentre outras.

A afirmação contrária também não é verdade, ou seja, que o agricultor familiar é um grande protetor do meio ambiente. Os agricultores familiares respondem às condições sociais e econômicas adversas a que são submetidos mediante as peculiaridades encontradas no bioma Caatinga.

Almeida, Cordeiro e Petersen (1996 apud MENEGETTI, 2009) propõem uma série de razões pelas quais a agricultura familiar possibilita melhores condições de sustentabilidade, desde que lhe sejam dadas as condições. As principais são:

- É uma ocupação econômica que combina a exploração familiar e a organização de profissionais, ela incorpora uma estratégia de equilíbrio entre parâmetros econômicos, sociais e ambientais;
- Em sua maioria, o funcionamento econômico da agricultura familiar não se fundamenta na maximização da rentabilidade do capital e na geração de lucro no curto prazo, mas está orientado para o atendimento das necessidades das famílias e para a manutenção do potencial produtivo da terra, percebido como um patrimônio;
- A propriedade familiar é uma unidade de produção e consumo, por este motivo ela tende a valorizar a diversidade, os policultivos e criações, distribuídos de forma equilibrada no espaço e no tempo;

- A unidade de produção familiar pela sua extensão, pela organização do trabalho, favorece os cuidados técnicos nas operações de manejo, na medida em que é ela que toma as decisões e também as coloca em prática;
- Dentro da perspectiva ambiental, a agricultura familiar favorece uma maior e melhor distribuição territorial das atividades de exploração do meio, pela melhor possibilidade de adaptação e circunscrição das mesmas as unidades ecológicas mais definidas e homogêneas.

Oliveira e Altafin (s.d) a crescente preocupação da sociedade com as mudanças climáticas, tem criado um ambiente apropriado para que a agricultura familiar, especialmente aquela localizada em regiões de interesse sob o ponto de vista da conservação ambiental, seja valorizada na dimensão da conservação dos recursos naturais e da paisagem rural. Os autores acrescentam que a agricultura familiar pode assegurar um relacionamento mais amigável com o meio ambiente, especialmente no que diz respeito ao uso de recursos naturais e contaminação de mananciais, de acordo com suas especificidades. Também pode cumprir funções reconhecidas e remuneradas pelo mercado, como a de fornecer alimentos e fibras, além de desempenhar, simultaneamente, um papel mais destacado na prestação de serviços ambientais. Diversificação produtiva e relação direta entre produção e trabalho são alguns dos exemplos de especificidades potencialmente favoráveis à prestação de serviços ambientais (OLIVEIRA; ALTAFIN, s.d).

Pedroso (2000) afirma que um dos caminhos para a construção de um modelo de desenvolvimento rural sustentável no Brasil é a ampliação, viabilização e fortalecimento da agricultura familiar e a promoção de uma tecnologia ecológica que conserve os recursos naturais. Os SAFs apontam um caminho concreto para promoção dessa tecnologia ecológica e adaptada para a agricultura familiar, pois visa à melhoria da qualidade de vida das pessoas inseridas no bioma Caatinga, orientando-as como obter equidade entre os aspectos econômico, social e ambiental simultaneamente.

### 3 SISTEMAS AGROFLORESTAIS NO BIOMA CAATINGA

A crescente demanda por alimentos intensifica a pressão da exploração dos recursos naturais renováveis, acarretando processos de degradação ambiental em várias áreas do planeta, principalmente em regiões semiáridas, onde os ecossistemas são naturalmente fragilizados.

Segundo ARAÚJO FILHO *et al.* (2006), um dos problemas encontrados nesta busca pelo aumento da produção de alimentos é que as práticas agrícolas tradicionais da agricultura itinerante ou até mesmo as modernas (com aplicação intensiva de insumos) demonstram carecer dos elementos básicos da sustentabilidade, imprescindíveis à sobrevivência humana na Terra.

De acordo com Araújo Filho (2006 apud AGUIAR *et al.*, 2006), a agricultura itinerante vem causando aos ecossistemas do semiárido brasileiro, consideráveis perdas na biodiversidade, erosão do solo e sedimentação dos reservatórios e dos rios, com conseqüente declínio da atividade econômica e da qualidade de vida da população, podendo esta ser indicada como um dos mais importantes fatores responsáveis pelo êxodo rural.

Em vista disto, os métodos e práticas para a agricultura sustentável devem espelhar-se no funcionamento dos ecossistemas naturais, principalmente quando se trata de ecossistemas tropicais, pois as perturbações e ajustes desenvolvidos pela mata secundária são ótimos indicativos para o sucesso do manejo da vegetação nos trópicos.

Assim, os Sistemas Agroflorestais (SAFs) e suas variações (agropastoris, agrossilviculturais, silvopastoris e agrossilvipastoris) foram desenvolvidos em resposta às pressões por produção de alimentos, tanto para a população humana quanto para os rebanhos e para a utilização sustentável dos recursos naturais.

A múltipla funcionalidade desses sistemas pode ainda, inserir o agricultor em outros nichos do mercado, aumentando a sua renda e diminuindo a suscetibilidade às variações do mercado de produtos específicos, segundo DUBOIS (1998); DUBÉ *et al.* (2000 apud BALIEIRO, s.d).

Daniel *et al.* (2001) elencam alguns motivos pelas quais o território brasileiro está apto à adoção e disseminação dos SAFs, dentre eles: a grande quantidade de terras degradadas, cultivadas com agricultura ou pastagem; algumas regiões com alta densidade de pequenas propriedades; existência de bacias hidrográficas desordenadas e que servem de

mananciais de abastecimentos a municípios com alta concentração demográfica; êxodo rural em função da falta de sustentabilidade econômica; drásticas redução da biodiversidade nas áreas de produção agropecuária; extensas áreas de pastagem desprovidas de árvores de sombra; ausência de tradição de suplementação alimentar baseada em forragens lenhosas; deficiência nas práticas de conservação de solo, entre outros.

King e Chandler (1978 apud MULLER, s.d) conceituaram os SAFs como sendo os “sistemas sustentáveis de uso da terra que combinam, de maneira simultânea ou em sequência, a produção de cultivos agrícolas com plantações de árvores frutíferas ou florestais e/ou animais, utilizando a mesma unidade de terra e aplicando técnicas de manejo que são compatíveis com as práticas culturais da população local”.

No Brasil (IBGE, 2006) esse tipo de sistema representa 6% do número total de estabelecimentos, abrangendo uma área de 8.197.564 hectares, cerca de 2%. No Nordeste, estes valores são de 7% e 6%, respectivamente. No Ceará, os SAFs são encontrados em 5% dos estabelecimentos, com área equivalente a 9%. O número e a área dos estabelecimentos agropecuários que desenvolvem sistemas agroflorestais no Brasil e no Nordeste estão representados na Tabela 4.

Tabela 4 – Número e área dos estabelecimentos agropecuários com sistemas agroflorestais no Brasil e Nordeste.

	Número de estabelecimentos agropecuários (Unidades)			Área dos estabelecimentos agropecuários (Hectares)		
	Total	SAFs	% em relação ao total	Total	SAFs	% em relação ao total
Brasil	5.175.489	305.826	5,91	329.941.393	8.197.564	2,48
Nordeste	2.454.006	169.850	6,92	75.594.442	4.638.458	6,14
Ceará	341.510	18.406	5,39	3.492.848	316.195	9,05

Fonte: Elaborada pela autora com base em dados do Censo agropecuário 2006 (IBGE, 2006).

De acordo com Tsukamoto Filho (1999) os sistemas agroflorestais podem ser considerados como uma das alternativas de manejo racional dos recursos naturais renováveis que equacionam os principais problemas da agricultura e de seus impactos negativos sobre o meio ambiente, assim como oferecem possibilidades para amenizar e/ou solucionar as dificuldades financeiras de grande parte dos agricultores brasileiros.

Na Caatinga, segundo Araújo Filho e Silva (2008) este sistema, além de contribuir na redução da degradação do bioma, objetiva garantir a estabilidade da produção, elevar a produtividade da terra, fixar o homem no campo, criando meios para alcançar a sustentabilidade ambiental, econômica e social na exploração da propriedade familiar do semiárido.

De acordo com os mesmos autores, essa tecnologia possui algumas vantagens:

- Redução da prática da agricultura itinerante do desmatamento e das queimadas;
- Substituição da exploração pastoril do sobrepastejo e da extração predatória da madeira, pelo pastejo conservador e pelo manejo florestal sustentado, com a integração entre estes;
- Aumento da produtividade agrícola (grãos/ha/ano) em 260% em relação à média do Ceará e da pecuária (peso vivo/ha/ano) em 750%;
- Aumento e estabilidade da oferta de alimentos, como: milho, feijão, mandioca, carne, leite, entre outros;
- Aumento do estoque de forragens de boa qualidade para os animais na época seca: feno, silagem, rolão de milho, banco de proteína, restolhos culturais;
- Incremento e estabilidade da renda familiar;
- Sustentabilidade da produção.

Além das vantagens financeiras e de produtividade, o SAF gera impactos ambientais positivos. No semiárido brasileiro estudos destacam (ARAÚJO FILHO; SILVA, 2008):

- Redução da degradação da Caatinga, pela adoção de práticas agropecuárias e florestais mais sustentáveis;
- Proteção da mata ciliar e redução das perdas de água e solo;
- Melhoria da fertilidade do solo pela manutenção da ciclagem de matéria orgânica e nutrientes, favorecida pela presença do estrato arbóreo (adição de matéria orgânica de 4,0 t/ha para até 11 t/ha anual na área agrícola);
- Preservação de espécies da flora nativa na propriedade, contribuindo para a conservação da biodiversidade da Caatinga;

- Manutenção e incremento da fauna nativa pela preservação do habitat, da flora e pela não utilização de agrotóxicos;
- Redução dos riscos de desertificação.

Muller (s.d.) acrescenta, dentre outros fatores, como efeitos benéficos:

- Adição ao solo: a manutenção ou aumento da matéria orgânica; a fixação de nitrogênio; a absorção de nutrientes (reciclagem de nutrientes); a deposição atmosférica de nutrientes e a exsudação de substâncias promotoras de crescimento na rizosfera;
- Redução de perdas pelo solo: a proteção contra erosão e a recuperação de nutrientes (reciclagem de nutrientes);
- Efeito sobre as propriedades físicas do solo: a modificação de temperaturas extremas do solo, pela presença de cobertura vegetal e ação moderadora da vegetação sobre o impacto da água com o solo, diminuindo sua velocidade e facilitando sua infiltração; aumento da porosidade favorecida pela matéria orgânica (folhas decompostas) e maior quantidade de raízes;
- Efeito sobre propriedades químicas do solo: a redução da acidez; a redução da salinidade; a redução da perda de matéria orgânica do solo por oxidação (efeito do sombreamento).

Além dessas vantagens acima descritas, Locatelli e Vieira (s.d.) afirmam que os sistemas agroflorestais como alternativas de uso da terra promovem o aumento no nível de carbono orgânico no solo, quando comparados a florestas primárias. A estimativa de estoque de carbono varia entre 54% e 82% do carbono contido na floresta, num período de 15 anos.

Segundo os mesmos autores, as vantagens para o uso deste tipo de sistema de cultivo em relação aos convencionais, tanto econômicas, como ambientais, são várias:

- A combinação de produtos de mercado e de subsistência que permite limitar os riscos assumidos pelos agricultores familiares sejam eles riscos climáticos ou riscos de mercado;
- A diversidade de espécies permite a obtenção de um número maior de produtos e/ou serviços a partir de uma mesma unidade de área, tanto para a subsistência da família quanto para o mercado;

- A área com sistema agroflorestal pode ser usada permanentemente, minimizando a necessidade de derruba e queima de novas áreas e aumentando as chances de fixação do homem no campo;
- É uma alternativa para aproveitamento de áreas já alteradas ou degradadas;
- Diminui a demanda de fertilizantes em razão da eficiente ciclagem e da adubação orgânica.

Mayorga (2004) analisa uma situação hipotética do comportamento da atividade local quanto à qualidade ambiental verificado com a implantação de um projeto que visa à sustentabilidade ambiental com todas as metas concretizadas e a não implantação do mesmo. Trazendo essa ideia para o estudo do SAF, a Figura 9 mostra a dinâmica da qualidade ambiental observada ao longo dos anos com e sem a implantação do mesmo.

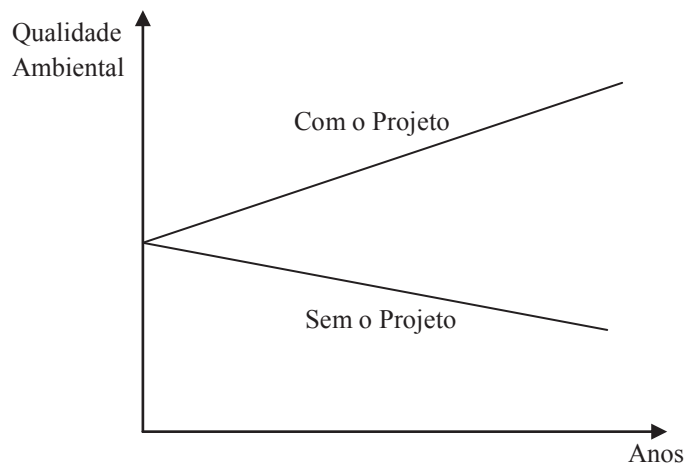


Figura 9 – Desenvolvimento da qualidade ambiental ao longo dos anos com e sem a implantação do Sistema Agrossilvipastoril  
 Fonte: Adaptado de Mayorga (2004).

Nesta Figura percebe-se que o Sistema Agrossilvipastoril traz benefícios ambientais no longo prazo, benefícios esses citados anteriormente, representados pela qualidade ambiental.

Os SAFs passaram a fazer parte de diretrizes centrais de desenvolvimento rural sustentável pelo potencial de serem implantados em áreas já degradadas, reincorporando-as ao processo produtivo e minimizando, assim, o desmatamento sobre florestas primárias. São uma opção estratégica para pequenos produtores por causa da baixa demanda de insumos, do maior rendimento líquido por unidade de área em comparação com sistemas convencionais de



produção e por fornecerem inúmeros serviços socioambientais. Esses serviços podem ser valorados e convertidos em créditos ambientais, propiciando agregar valor à propriedade agrícola (GANDARA; KAGEYAMA, 2001 apud MULLER, s.d.).

A Figura 10 representa a Curva de Possibilidades de Produção Eficiente (CPP) que atravessa a linha do tempo e do espaço. De acordo com Hempel (2007), no ponto A observa-se que quanto mais recursos forem utilizados pelas gerações atuais, menos sobrarão para as gerações futuras; no ponto B, a análise é contrária, ou seja, a preocupação excessiva com as gerações futuras anularia a possibilidade das gerações atuais usufruírem do meio ambiente; o ponto C representa a busca por atividades que funcionem em harmonia com a natureza e promovam, acima de tudo, a melhoria da qualidade de vida de toda a sociedade. Sob essas análises, podemos dizer que os SAFs estão localizados no ponto C, sendo assim, indicados como estratégia ambiental sustentável de exploração.

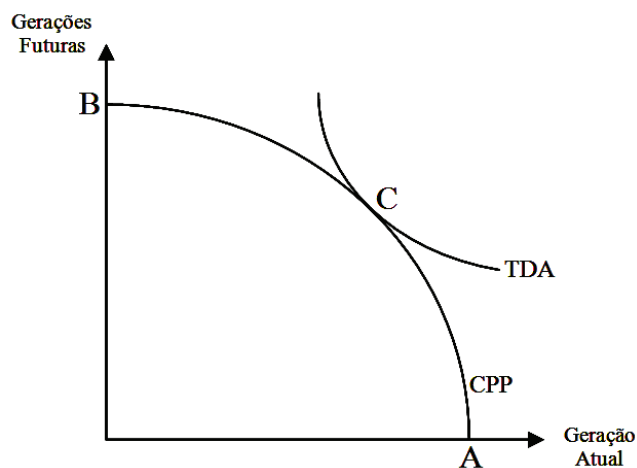


Figura 10 – Curva de Possibilidades de Produção Eficiente (CPP)

Fonte: Mayorga (2004 apud Hempel, 2007).

Nota: TDA = Taxa de Desconto Ambiental.

Em junho de 2010, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) instituiu o Programa Agricultura de Baixo Carbono (ABC)<sup>12</sup>, cujo objetivo é aliar produção de alimentos e bioenergia com redução dos gases de efeito estufa. Segundo o MAPA, a meta do programa é aumentar, na próxima década, a utilização do Sistema de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF), incluindo sistemas agroflorestais, em quatro milhões de hectares, reduzindo de 18 milhões a 22 milhões de toneladas de CO<sub>2</sub> equivalentes.

<sup>12</sup> Mais informações verificar o Ministério do Meio Ambiente através do site: <http://www.agricultura.gov.br/desenvolvimento-sustentavel/programa-abc>.

Um modelo experimental de produção agrossilvipastoril adequado às condições agroecológicas e socioeconômicas do semiárido brasileiro foi desenvolvido pela Embrapa Caprinos e Ovinos, o qual será o objeto de estudo desta dissertação.

### **3.1 Descrição do Sistema Agrossilvipastoril – caracterização da área de estudo**

O Sistema Agrossilvipastoril está localizado na Fazenda Crioula, pertencente ao Centro Nacional de Pesquisa de Caprinos (CNPC) da Embrapa, estando situada no município de Sobral – CE.

O sistema possui uma área de 8,0 ha, dividida em três subáreas de 1,6 ha (20%), 4,8 ha (60%) e 1,6 ha (20%), sendo destinadas, respectivamente, à agricultura, pecuária e mata nativa (Figura 11).

Desse sistema podem-se retirar diversos produtos (serviços de provisão), dentre eles: madeira para diversos fins, feno, grãos e produtos de origem animal (carne, leite e pele, dependendo do objetivo da exploração).

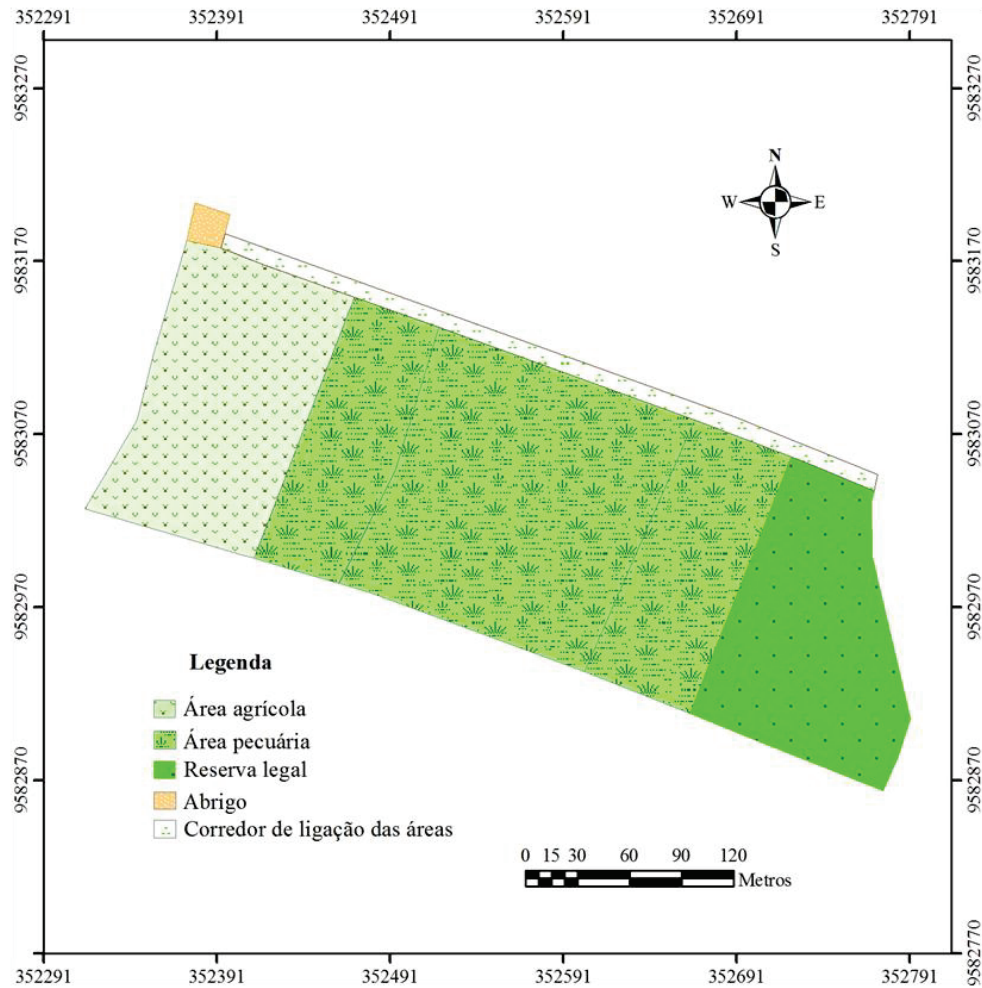


Figura 11 – Distribuição do espaço no sistema agrossilvipastoril segundo os usos do solo  
 Fonte: Elaboração Própria (2010).

O sistema integra a exploração de lenhosas perenes com culturas e pastagem, que de acordo com Araújo Filho *et al.* (2006), possui os seguintes objetivos:

- Garantir a estabilidade e elevar a produtividade da terra e da produção;
- Diversificar a produção agropecuária;
- Melhorar a fertilidade do solo;
- Sustar a degradação ambiental pela exaustão das queimadas e do desmatamento indiscriminado;
- Fixar a agricultura itinerante;
- Melhorar a renda e a qualidade de vida dos agricultores.

A área com mata nativa é totalmente preservada, porém há atualmente oportunidade de aproveitamento econômico dessa área com a venda das frutas nativas, a inclusão de uma nova atividade econômica, apicultura, além dos serviços ambientais.

Na área destinada às atividades agrícolas, foi realizado o raleamento da vegetação lenhosa da caatinga, preservando-se a mata ciliar dos riachos e nascentes e cerca de 200 árvores por hectare, o que corresponde a uma cobertura de 20%, aproximadamente, garantindo um aporte anual de matéria orgânica em torno de 1.500 kg/ha na época de queda das folhas no início da estação seca.

Após a retirada da madeira útil, os garranchos foram enleirados em faixas perpendiculares ao declive do terreno para proteção do solo contra erosão. Nesta ocasião foi estabelecida uma leguminosa forrageira perene (leucena, gliricídia) para fertilização do solo (adubação verde) e alimentação dos animais (feno) e, no período seco, a mesma atua como banco de proteína.

No início das chuvas são implantadas as culturas agrícolas (milho, sorgo, mandioca, mamona, entre outras) entre as faixas. A policultura é praticada, principalmente, porque garante uma dieta diversificada para a família do agricultor, além de gerar renda, estabilidade de produção, diminuição dos riscos, redução da incidência de pragas e doenças, eficiência no uso da mão-de-obra e aumento do retorno econômico com baixos níveis de tecnologia.

Após a colheita das culturas alimentares, a palhada serve de suplemento alimentar volumoso, na forma de feno ou silagem, durante a época seca. Nesta ocasião a parcela agrícola passa a desempenhar o papel de banco de proteína, onde os animais do rebanho permanecem na área diariamente, cerca de uma hora, consumindo a rebrotação dos tocos e as sobras do restolho cultural.

Na área destinada à pecuária, a manipulação da vegetação foi o principal componente tecnológico do sistema. Essa manipulação (rebaixamento, raleamento, enriquecimento ou a combinação delas) é uma excelente opção de incrementar a produção de forragem e adequar a caatinga para a espécie animal a ser explorada, além de otimizar o uso dos recursos forrageiros nativos.

Na área pecuária em estudo, a vegetação lenhosa foi raleada com a preservação de cerca de 400 árvores/ha e da mata ciliar. A madeira útil foi retirada e os garranchos picotados no local. Quando os animais em produção são caprinos, é feito ainda o rebaixamento das espécies forrageiras lenhosas, a uma altura de 20 cm, para aumentar a rebrotação e

disponibilidade de forragem, que será a pastagem de manutenção de um rebanho de 20 cabras ou ovelhas. Periodicamente, na estação das chuvas, é feito o roço das rebrotações para controlar as invasoras e manter a pastagem produtiva (ARAÚJO FILHO; SILVA, 2008).

Carvalho (2003) afirma que os sistemas agrossilvipastoris desenvolvidos para a região semiárida ajudam na fixação da agricultura, pois eliminam as queimadas e o desmatamento, além de gerar um aporte de matéria orgânica; promovem a adequação do manejo pastoril, através do ajuste da taxa de lotação; melhoram o manejo da vegetação nativa; e racionalizam a extração de madeira, por meio do corte seletivo e manejo das rebrotações e a redistribuição dos nutrientes no agroecossistema.

Mediante todos os benefícios que um sistema agroflorestal apresenta, é importante subsidiar os agricultores que optam por adotar esse tipo de sistema agroflorestal por meio do pagamento dos serviços ambientais (PSA) gerados pelo sistema, configurando, assim, como uma proposta de Modelo Operacional do Desenvolvimento Sustentável para o bioma Caatinga (Figura 12).

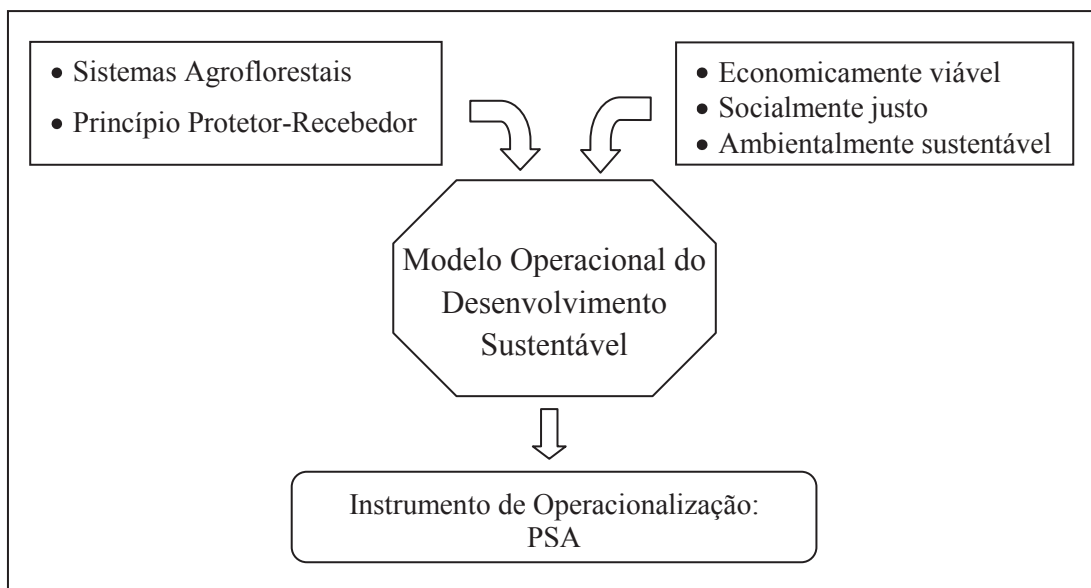


Figura 12 – Fluxograma do Modelo Operacional do Desenvolvimento Sustentável mediante a adoção de Sistemas Agroflorestais no bioma Caatinga

Fonte: Adaptada de HEMPEL (2007).

A proposta de Modelo Operacional do Desenvolvimento Sustentável para o bioma Caatinga descrito anteriormente pode ser sintetizada em um esquema correspondente à dinâmica da geração de serviços ambientais oriundos no Sistema Agrossilvipastoril estudado visando à conservação do meio ambiente em que está inserido (Figura 13).

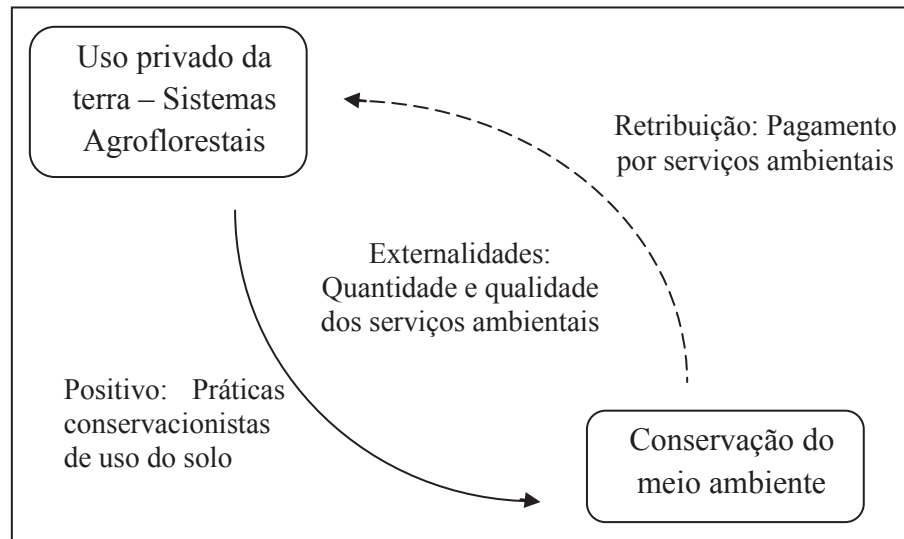


Figura 13 – Dinâmica da geração de serviços ambientais em Sistemas Agroflorestais no bioma Caatinga para a conservação do meio ambiente

Fonte: Adaptada de MAY (s.d.).

## **4 PROCEDIMENTOS PARA ANÁLISE, VALORAÇÃO E PAGAMENTO DOS SERVIÇOS AMBIENTAIS**

### **4.1 Metodologias para análise dos serviços ambientais gerados**

Nesta seção busca-se apresentar o procedimento adotado para dimensionar os serviços ambientais oriundos da área analisada, para realizar, posteriormente, a valoração dos mesmos, a partir do estabelecimento de um índice que relaciona o serviço ecossistêmico em questão e os diferentes tipos de usos dos solos, visando à melhoria da qualidade ambiental.

#### **4.1.1 Seleção das variáveis utilizadas**

Para escolha dos serviços ambientais levou-se em consideração a pertinência dos mesmos quanto ao tema estudado segundo recomendações da literatura especializada e especialistas no assunto. Além disso, os serviços ecossistêmicos escolhidos apresentam uma estreita relação com três grandes questões ambientais no bioma Caatinga: a mudança climática regional, a degradação dos solos e a conservação da biodiversidade. A primeira delas, a mudança climática regional, foi representada pela análise do sequestro de carbono, já que o dióxido do carbono é um dos principais componentes responsáveis pelo efeito estufa; a segunda, referente à degradação dos solos, foi analisada por meio da deposição de matéria orgânica no solo, pois se sabe que essa variável influencia a capacidade produtiva do solo, assim como diminui a sua susceptibilidade à erosão e à degradação; e a terceira, a conservação da biodiversidade, foi analisada pela diversidade vegetal, por ser parte importante do equilíbrio e sustentabilidade ambiental do sistema.

As variáveis selecionadas quanto aos tipos de uso do solo foram baseadas nas práticas encontradas no bioma Caatinga, pois são manejos praticados por um maior número de agricultores, principalmente, os familiares. Assim, consideraram-se como variáveis<sup>13</sup>:

- Caatinga nativa preservada: caatinga com o mínimo de (ou nenhuma) interferência humana, ou seja, que desempenha sua função integralmente;
- Caatinga raleada: vegetação com controle seletivo de espécies lenhosas, com o objetivo de reduzir o sombreamento e a densidade de árvores e arbustos indesejáveis (ARAÚJO FILHO *et al*, 2006);
- Caatinga enriquecida: introdução de forrageiras nativas e/ou exóticas adaptadas às condições do sítio ecológico (ARAÚJO FILHO *et al*, 2006);
- Caatinga rebaixada: rebaixamento por meio de broca (corte) manual de espécies lenhosas de reconhecido valor forrageiro (ARAÚJO FILHO *et al*, 2006);
- Pastagem cultivada com alta densidade de árvores: pastagem cultivada com espécies forrageiras exóticas ou nativas de alta produção, adaptadas ao ecossistema local (adaptada de OLIVINDO, 2006), com presença de 200 árvores ou mais por hectare;
- Pastagem cultivada com baixa densidade de árvores: pastagem cultivada com espécies forrageiras exóticas ou nativas de alta produção, adaptadas ao ecossistema local (adaptada de OLIVINDO, 2006), com existência entre 1 e 199 árvores por hectare;
- Pastagem cultivada sem árvores: pastagem cultivada com espécies forrageiras exóticas ou nativas de alta produção, adaptadas ao ecossistema local (adaptada de OLIVINDO, 2006), sem árvores;
- Pastagem cultivada degradada: é caracterizada pela perda de vigor, da produtividade, da capacidade de recuperação natural para sustentar os níveis de produção e da qualidade exigida pelos animais e não supera os

---

<sup>13</sup> Observações: - Culturas de ciclo curto ou anuais são aqui consideradas como aquelas culturas onde a duração de um ciclo é de até 12 meses (adaptada de SALEMI, 2009). Podem ser citadas: milho, feijão, mandioca, sorgo, arroz etc.

- Culturas de ciclo longo ou perenes são aquelas que duram mais de um ano e proporcionam mais de uma colheita (GIUSTINA, 1995). Exemplos: café, cana-de-açúcar, citricultura e frutíferas.

- Monocultura trata-se da cultura agrícola de apenas um único tipo de produto (uma única espécie vegetal), de acordo com o texto Monoculturas (s.d.).

- Policultura é uma forma de consorciação com a utilização de culturas múltiplas na mesma área (GALVÃO SOBRINHO; VASCONCELOS, 2009).



efeitos nocivos das pragas e doenças invasoras (MACEDO, 1993; MACEDO; ZIMMER, 1993 apud ZIMER; BARBOSA, 2005);

- Capineira: área formada por gramíneas para uso intensivo e para produção de forragem para corte, de boa qualidade e alta produção por hectare (OLIVINDO, 2006);
- Banco de proteína: área cultivada com forrageiras de alto valor nutritivo e produtividade (normalmente composta por leguminosas), destinadas à suplementação alimentar dos animais, principalmente, na época seca (adaptada de ARAÚJO FILHO *et al*, 2006);
- Monocultura de ciclo curto tradicional: é o cultivo com utilização de implementos agrícolas, queimadas, destoca, sem árvores na área;
- Monocultura de ciclo curto com práticas conservacionistas: cultivo utilizando o plantio direto, enleiramento dos garranchos, adubação orgânica, rotação e sucessão de culturas etc., com presença de 200 árvores por hectare<sup>14</sup>;
- Policultura de ciclo curto tradicional: é o cultivo com utilização de implementos agrícolas, queimadas, destoca etc., inexistência de árvores no local;
- Policultura de ciclo curto com práticas conservacionistas: cultivo com utilização plantio direto, enleiramento dos garranchos, prática de consórcio de culturas, etc., com presença, no mínimo, de 200 árvores por hectare;
- Monocultura de ciclo longo tradicional: cultivo com utilização de implementos agrícolas, queimadas, utilização de herbicidas e fungicidas etc;
- Monocultura de ciclo longo com práticas conservacionistas: cultivo que utiliza o plantio direto, adubação verde, culturas em faixas, não utilização de agrotóxicos etc;
- Policultura de ciclo longo tradicional: cultivo com utilização de implementos agrícolas, queimadas, utilização de herbicidas e fungicidas, não realiza sucessão ou rotação de culturas etc;

---

<sup>14</sup> Quantidade de árvores que não prejudica a produção da cultura agrícola estabelecida pelo modelo de sistema agrossilvipastoril desenvolvido na Embrapa caprinos e ovinos, Sobral - Ceará.

- Policultura de ciclo longo com práticas conservacionistas: com utilização de plantio direto, adubação verde, culturas em faixas, não utilização de agrotóxicos, consórcio e sucessão de culturas etc;
- Área degradada: Áreas sem vegetação, assoreadas e erodidas, sem serventia para fins agrícolas (adaptada de CRUVINEL, 2009).

#### 4.1.2 Índice de Contribuição

Segundo Madrigal e Alpizar (2009), a permanência do fluxo de serviços ecossistêmicos está ameaçada pela superexploração e a degradação produzida de forma direta pelo avanço da fronteira agrícola, a utilização de práticas agrícolas e florestais inadequadas e o uso intensivo dos recursos naturais em geral.

É importante ressaltar que a informação disponível não é suficiente para estabelecer uma relação clara de dose-resposta<sup>15</sup> entre os diferentes usos do solo e a geração de serviços ambientais complexos, de acordo com Campos *et al.* (2006). A dificuldade maior encontrada é que cada serviço ecossistêmico analisado requer o estabelecimento de uma relação de dose-resposta específica.

Porém na Costa Rica, pesquisadores desenvolveram uma metodologia para se aproximar dessa função de dose-resposta. Eles usam um sistema de índices (Índice de Contribuição) para ordenar diferentes usos do solo com relação ao tipo de atributos que eles possuem para geração dos serviços ambientais.

Costanza *et al* (1997) afirma que o exercício de avaliação ou análise dos serviços ambientais consiste na determinação dos benefícios que pequenas mudanças nestes serviços podem trazer para o bem-estar humano. Assim, estes índices utilizam as informações científicas disponíveis para relacionar atividades específicas desenvolvidas nas fazendas em uma escala padronizada, de maneira que as atividades que tem uma maior contribuição para a geração de um serviço ambiental específico recebem uma pontuação mais alta do que aquelas com uma contribuição menor.

---

<sup>15</sup> Essa função é para determinar a forma pela qual o uso do solo ou as mudanças ocorridas nele mesmo (dose) se refletem ou traduzem em mudanças na quantidade ou geração dos serviços ambientais em um determinado tempo (resposta).

A metodologia utilizada nesta dissertação para análise dos serviços ambientais foi baseada na utilizada na Costa Rica, descrita no livro: “Usos de la Tierra en fincas ganaderas: Guia para el pago de servicios ambientales em el proyecto Enfoques Silvopastoriles Integrados para el Manejo de Ecosistemas”, escrito por Murgueitio *et al.* (2003).

A tabela com os Índices de Contribuição foi desenvolvida a partir de dados e informações contidas na literatura de relevância no assunto e subsidiado por meio da metodologia da Avaliação Contingente (MAC). Foi elaborado um questionário (ver Apêndice A) e aplicado com profissionais, especialistas e técnicos de áreas afins ao tema. O intuito deste questionário era de revelar suas opiniões sobre a contribuição que cada tipo de uso do solo proposto tem na geração dos serviços ambientais elencados para o bioma Caatinga, partindo-se de uma análise de comparação entre os mesmos.

Esses índices foram estabelecidos por cada entrevistado em uma escala de 0 (zero) a 1 (um), com uma casa decimal, onde o 0 (zero) representa a pior situação (contribuir menos na geração dos serviços) e o 1 (um), a melhor situação (contribuir mais na geração do respectivo serviço ambiental).

Assim, o índice adotado foi calculado pela média dos valores obtidos em cada questionário e em cada serviço ambiental, de acordo com a seguinte fórmula:

$$IC_{ij} = \frac{1}{n} \sum_{w=1}^n SA_{ij} \quad (1)$$

Onde:

$IC_{ij}$  = Índice de Contribuição do serviço ambiental  $i$  no  $j$ -ésimo tipo de uso do solo;

$w$  = número de questionários (1, 2, ..., 10);

$SA$  = serviço ambiental  $i$  relacionado ao  $j$ -ésimo tipo de uso do solo, sendo  $i = 1, 2, 3$  e  $j = 1, 2, \dots, m$ .

#### 4.1.3 Índice-Ponto

De posse dos valores do Índice de Contribuição, foram gerados valores da Linha de Referência (primeira aferição), para obtenção do Índice-Ponto (IP) de cada tipo de uso do solo. Os IPs são personalizados para cada área de estudo onde será aplicada esta metodologia,

pois utilizam o número de hectares utilizados com cada tipo de uso do solo encontrado na área de interesse.

Este índice representa um indicativo de quantidade de serviços ambientais gerados e serve como técnica de monitoramento da melhoria no uso do solo, onde quanto maior o Índice-Ponto, maior é a expectativa de geração dos serviços ambientais.

Ele foi obtido pelo somatório dos IPs individuais de cada tipo de uso do solo, que por sua vez, foram calculados por meio da relação entre o Índice de Contribuição (IC) e o número de hectares utilizados para cada atividade/ tipo de uso do solo. Assim:

$$IP = \sum_{j=1}^m (IC_{ij} * ha_j) \quad (2)$$

Onde:

IP = Índice-ponto total;

ha<sub>j</sub> = número de hectares utilizados no *j-ésimo* uso do solo;

*m* = 19.

#### 4.2 Metodologia para valoração e pagamento dos serviços ambientais

A premissa básica para o Pagamento dos Serviços Ambientais (PSA) é compensar os agentes que manejam o meio ambiente e os recursos ambientais, gerando bens e serviços ambientais que beneficiam principalmente a sociedade, seja ela local, regional ou mesmo global (ANA, 2008).

O valor da geração dos serviços ambientais foi obtido através de três procedimentos: determinação do custo de oportunidade das atividades desenvolvidas pela agricultura familiar no Ceará; indexação desse valor para a Unidade Fiscal de Referência do Estado do Ceará (UFIRCE) e a valoração propriamente dita.

#### 4.2.1 Custo de Oportunidade das atividades desenvolvidas pela agricultura familiar

Para a determinação do custo de oportunidade (CO), foi adaptada a metodologia utilizada por Silva *et al.* (2008), onde os dados empregados foram obtidos no censo agropecuário 2006 (IBGE, 2006).

A justificativa para o uso do custo de oportunidade das atividades desempenhadas pela agricultura familiar no Ceará vem do fato de que os serviços ecossistêmicos analisados estão diretamente ligados às atividades agropecuárias desenvolvidas nas unidades produtivas, no caso específico, no SAF que está localizado neste Estado. Então, pretendeu-se aproximar os valores a serem pagos pelos serviços às estimativas de receita do produtor rural cearense com as atividades desenvolvidas.

Dessa forma, as atividades escolhidas para o cálculo do custo de oportunidade foram baseadas:

- Nas culturas agrícolas e pecuárias enumeradas pelo censo agropecuário 2006 (IBGE, 2006), classificadas como atividades desenvolvidas pela agricultura familiar no Ceará;
- Na disponibilidade de dados para análise;
- Dentre as culturas agrícolas enumeradas pelo IBGE, foram utilizadas aquelas que apresentaram representatividade na área produtiva, maior ou igual a 1%;
- Para as atividades pecuárias selecionaram-se aquelas que apresentaram uma participação maior ou igual a 1% do número de estabelecimentos da agricultura familiar.

O custo de oportunidade das atividades desenvolvidas pela agricultura familiar no Ceará foi obtido pelo somatório dos valores ponderados de cada atividade agrícola (COA) e pecuária (COP):

$$CO = COA + COP \quad (3)$$

Onde:

CO = Custo de Oportunidade da Agricultura Familiar no Ceará;

COA = Custo de Oportunidade da Agricultura;

COP = Custo de Oportunidade da Pecuária.

As ponderações dos valores utilizados estão representadas pelos valores absolutos obtidos na participação efetiva que cada atividade (agrícola ou pecuária) selecionada possui quando comparada à área total (atividades agrícolas) ou ao número de estabelecimentos (atividades pecuárias) destinados à agricultura familiar. Esta ponderação é justificada pelo fato de conseguir expressar realmente, a representatividade que aquela atividade possui mediante as demais atividades desenvolvidas.

Os valores ponderados da agricultura (COA) foram calculados a partir da multiplicação entre a rentabilidade de cada atividade, em R\$/ha, e a participação da mesma na área produtiva, em valores absolutos. Considerando-se a área total da agricultura familiar no Ceará cerca de 3,49 milhões de hectares. Assim:

$$COA = \sum_{a=1}^b (rent_a * part_a) \quad (4)$$

Onde:

$rent_a$  = corresponde à rentabilidade da  $a$ -ésima atividade agrícola desenvolvida;

$part_a$  = é a relação entre a área utilizada pela  $a$ -ésima atividade e a área total da agricultura familiar no Ceará.

$a = 1, 2, \dots, b$ ; sendo  $b = 5$ .

Da mesma forma, os valores ponderados oriundos da pecuária (COP) foram calculados a partir da multiplicação entre a rentabilidade de cada atividade, em R\$/estab, e a participação da mesma no número de estabelecimentos, em valores absolutos. Considerando-se 341.510 o número total de estabelecimentos da agricultura familiar no Ceará. Então:

$$COP = \sum_{x=1}^y (rent_x * part_x) \quad (5)$$

Onde:

$rent_x$  = corresponde à rentabilidade da  $x$ -ésima atividade pecuária desenvolvida;

$part_x$  = é a relação entre o número de estabelecimentos utilizados pela  $x$ -ésima atividade e o número total de estabelecimentos da agricultura familiar no Ceará;

$x = 1, 2, \dots, y$ ; sendo  $y = 3$ .

#### 4.2.2 Indexação do Custo de Oportunidade das atividades desenvolvidas pela agricultura familiar à UFIRCE

A Unidade Fiscal de Referência do Ceará – UFIRCE - foi instituída pela Lei nº 13.083/2000 e é atualizada anualmente pelo Índice Geral de Preços-Disponibilidade Interna (IGP-DI), da Fundação Getúlio Vargas (FGV), considerando a sua variação dos últimos 12 meses (Instrução Normativa Sefaz nº 50/2010 - DOE CE de 17.12.2010). Sua função é servir, como próprio nome diz, de um valor de referência para diversos pagamentos e trâmites fiscais, como multas, no intuito de se manter sempre atualizado estes valores.

Para indexar o valor base para pagamento dos serviços ambientais (custo de oportunidade) no intuito de manter a metodologia para valoração sempre atualizada, utilizou-se a UFIRCE, onde o valor de referência utilizado foi de R\$ 2,6865, pois é o valor para o ano de 2011 dessa unidade de referência.

A relação existente entre o valor obtido pelo custo de oportunidade e a UFIRCE foi calculada por regra de três simples, em que:

$$Relação = \frac{CO_j}{2,6865} \quad (6)$$

Onde:

$CO_j$  = corresponde ao custo de oportunidade da *j-ésima* atividade desenvolvida (agricultura ou pecuária);

Entende-se, então, que esta relação representa a unidade de referência que engloba o custo de oportunidade das atividades agropecuárias desenvolvidas pela agricultura familiar no Ceará.

#### 4.2.3 Valoração dos serviços ambientais

O valor estimado para os serviços ambientais foi calculado por uma equação, que tem como objetivo valorar os serviços obtidos em um agroecossistema, além de realizar

monitoramento da evolução da geração dos mesmos. Sendo este valor obtido pela multiplicação do somatório dos Índices-ponto pela relação adquirida referente à UFIRCE, então:

$$VSA = \text{Índice-ponto} * \text{valor UFIRCE} \quad (7)$$

De acordo com Motta (2006), o método do custo de oportunidade não valora diretamente o recurso natural, apenas estima o custo de preservá-lo pela não realização de uma atividade econômica. Destarte, o valor a ser pago aos agricultores pelos serviços ambientais gerados em suas propriedades deve ser capaz de cobrir os custos de oportunidade da atividade manejada de forma tradicional, para que os mesmos prefiram a utilização de técnicas conservadoras de manejo do solo.



## **5 APLICAÇÃO DOS PROCEDIMENTOS E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS**

### **5.1 Índice de Contribuição**

A Tabela 5 apresenta a distribuição dos índices de contribuição (IC) dos diferentes usos do solo para geração dos serviços ambientais selecionados.

Diante dos dados observados nesta tabela, pode-se perceber que, na opinião dos especialistas, a mata nativa é a que mais contribui para a geração dos três serviços ambientais analisados (3.0), acreditando-se que há o pleno desenvolvimento de suas funções, pois é um ecossistema equilibrado.

As áreas degradadas não pontuaram. Wadt (2003) ressalta a importância da cobertura do solo, justificando quando de sua ausência ocorre o impacto direto das gotas de chuva no solo tornando-o mais vulnerável ao arraste mecânico causado pelo escoamento superficial; além disso, retira a matéria orgânica do solo, prejudicando as características físicas do terreno, notadamente a porosidade e a capacidade de retenção da água.

A pontuação recebida por estas áreas (0.0) demonstra a necessidade de direcionamento das políticas públicas para a recuperação dessas áreas, uma vez que o propósito do desenvolvimento sustentável, dentre outros, é a permanência da qualidade ambiental para as futuras gerações.

Com relação às áreas destinadas à pecuária, a caatinga raleada e enriquecida obteve maior pontuação (2.4), revelando que, segundo especialistas, este manejo representa o menos prejudicial ao meio ambiente, pois é o que mais gera os serviços ecossistêmicos elencados. Este resultado pode ser interpretado como um manejo a ser disseminado e incentivado para adoção por parte dos agricultores, pois os mesmos receberão maiores benefícios ambientais e financeiros (caso existisse um mercado para pagamento dos serviços ambientais).

Tabela 5 – Índices de contribuição dos usos do solo relacionados com os serviços ambientais.

USOS DA TERRA	SERVIÇOS AMBIENTAIS			ÍNDICE DE CONTRIBUIÇÃO
	Biodiversidade vegetal	Sequestro de carbono	Deposição de Matéria Orgânica no solo	
Caatinga nativa preservada	1	1	1	3.0
<b>Área de pecuária</b>				
Caatinga raleada	0.7	0.6	0.5	1.8
Caatinga raleada e enriquecida	0.8	0.8	0.8	2.4
Caatinga raleada, rebaixada e enriquecida	0.8	0.7	0.6	2.1
Pastagem cultivada com alta densidade de árvores	0.6	0.6	0.7	1.9
Pastagem cultivada com baixa densidade de árvores	0.4	0.4	0.5	1.3
Pastagem cultivada sem árvores	0.2	0.2	0.3	0.7
Pastagem cultivada degradada	0.1	0.1	0.1	0.3
Capineira	0.4	0.2	0.3	0.9
Banco de proteína	0.5	0.5	0.4	1.4
<b>Área de agricultura</b>				
Monocultura de ciclo curto tradicional	0.1	0.3	0.3	0.7
Monocultura de ciclo curto com práticas conservacionistas	0.3	0.4	0.5	1.2
Policultura de ciclo curto tradicional	0.3	0.4	0.4	1.1
Policultura de ciclo curto com práticas conservacionistas	0.5	0.6	0.7	1.8
Monocultura de ciclo longo tradicional	0.2	0.4	0.4	1.0
Monocultura de ciclo longo com práticas conservacionistas	0.4	0.6	0.6	1.6
Policultura de ciclo longo tradicional	0.4	0.5	0.5	1.4
Policultura de ciclo longo com práticas conservacionistas	0.6	0.7	0.7	2.0
<b>Outras áreas</b>				
Área degradada	0	0	0	0

Fonte: Elaborada pela autora com base em dados primários (questionário) e secundários (literatura).

A Caatinga raleada, rebaixada e enriquecida, apesar de possuir o mesmo índice quanto à biodiversidade vegetal (0.8), obteve menores índices de sequestro de carbono (0.7) e deposição de matéria orgânica no solo (0.6) quando comparada à caatinga raleada e enriquecida, possivelmente pelo manejo do rebaixamento que promove a diminuição da parte aérea das árvores, afetando diretamente esses dois serviços.

Nas áreas destinadas à pecuária a pior situação foi encontrada na variável pastagem cultivada degradada (0.3), o que indica perda de qualidade ambiental, pois praticamente não gera benefícios para manutenção dos recursos ecossistêmicos, sendo, portanto, um indicativo para a mudança nos padrões de produção e prioridade dos financiamentos.

Nas áreas agrícolas a policultura de ciclo longo com práticas conservacionistas foi a atividade que obteve maior pontuação (2.0). Apesar da pontuação mais baixa recebida quanto à biodiversidade vegetal (0.6), esse “ranking” é explicado pelas espécies vegetais encontradas (estrato arbóreo) que demandam maior quantidade de carbono para fotossíntese e geram mais serrapilheira ao longo do ano quando comparado às demais. Carvalho (2006) confirma essa afirmação dizendo que o uso de espécies arbóreas, tanto no campo agrícola, como no pastoril, constitui garantia de manter ativa a circulação de nutrientes e o aporte significativo de matéria orgânica.

A policultura de ciclo curto com práticas conservacionistas obteve a segunda melhor pontuação, devido, possivelmente, à adoção de práticas conservacionistas durante o processo de produção. Isso garantiria uma maior qualidade ambiental, explicada pela diversidade vegetal encontrada (0.5), pelo sequestro de carbono (0,6) e deposição de matéria orgânica no solo (0.7), e pela contínua ciclagem de nutrientes na mesma área pela associação de culturas.

O cultivo baseado na monocultura de ciclo curto tradicional obteve menor pontuação (0.7), o que acomete numa menor geração dos serviços ambientais estudados, e ainda, menores benefícios ambientais reais na área, devido, dentre outros, à própria forma de manejo que se pratica a queimada, utilização de implementos agrícolas o que pode danificar a capacidade produtiva do solo, a utilização de agrotóxicos etc. Esse tipo de cultivo traz desvantagens ambientais, sociais e econômicas. De acordo com o texto *Monoculturas* (s.d.), as desvantagens ambientais ocorrem pela exaustão do solo com o tempo e a redução da biodiversidade. Quanto às desvantagens sociais, o cultivo reduz o uso da mão-de-obra no campo e afugenta as populações rurais. E ainda há desvantagens econômicas, que apresentam

enormes riscos, já que uma única doença ou praga ou a queda do preço do produto no mercado podem comprometer toda a cadeia produtiva regional.

Outro aspecto importante a ser discutido é que todas as atividades agrícolas que se utilizam das práticas conservacionistas para o manejo do solo foram melhores pontuadas quando relacionadas às mesmas atividades com modelo tradicional de cultivo. Isso mostra que as práticas conservacionistas apresentam benefícios ambientais e devem ser preferíveis em relação às tradicionais.

Além desse aspecto, em geral, dentro das categorias de cultivo e pastagens, quanto maior a presença de árvores, a pontuação tende a aumentar (ALPIZAR; MADRIGAL, 2005), pois a cobertura proporciona, em termos de prestação de serviços ambientais, maior conforto ambiental e, principalmente, a diminuição da susceptibilidade à degradação dos solos. Rangel (s.d.) acrescenta dizendo que a vegetação florestal protege o solo contra os efeitos da erosão contribuindo para a reciclagem de nutrientes e a manutenção da capacidade produtiva do solo.

## **5.2 Custos de Oportunidade e a indexação à UFIRCE**

O IBGE, por meio do Censo Agropecuário (2006), elencou como atividades agropecuárias desenvolvidas e identificadas na agricultura familiar:

- Agricultura - arroz em casca; feijão-preto; feijão de corda; feijão fradinho, caupi, de corda ou macáçar em grão; mandioca; milho em grão; soja; trigo; café arábica em grão (verde) e café canephora (robusta, conilon) em grão (verde);
- Pecuária – bovinos; leite de vaca; leite de cabra; aves e suínos.

Diante dos levantamentos feitos com relação à área utilizada para cada atividade agrícola ou número de estabelecimentos para cada atividade pecuária e rentabilidade de cada atividade, foi detectado a inexistência de informações para a criação de bovinos (corte).

Assim, as demais variáveis se tornaram avaliáveis. O outro fator de exclusão utilizado diz respeito à representatividade que cada atividade possui quando comparada à área total e ao número de estabelecimentos, ou seja, a participação que cada atividade possui

dentro do conjunto de atividades desempenhadas pela agricultura familiar no Estado (Tabela 6). Determinou-se que aquelas que obtivessem participação menor que 1% seriam excluídas do cálculo do custo de oportunidade pretendido, pelo fato de não serem atividades realmente impactantes para esse valor.

Tabela 6 – Percentual de participação das atividades agropecuárias quanto ao total da área de produção e número de estabelecimentos da agricultura familiar no Ceará, 2006.

<b>Agricultura</b>	<b>Área total da AF (ha)</b>	<b>Área de produção (ha)</b>	<b>Participação na área produtiva (%)</b>
Arroz em casca		41.614	1,19
Feijão de corda		70.268	2,01
Feijão fradinho		587.390	16,82
Mandioca		53.179	1,52
Feijão-preto	3.492.848	11.352	0,33
Milho em grão		832.364	23,83
Soja		33	0,00
Trigo		15	0,00
Café arábica em grão (verde)		750	0,02
Café canephora (robusta, conilon) em grão (verde)		145	0,00
<b>Pecuária</b>	<b>Nº total de estab. da AF (unid)</b>	<b>Nº de estab. (unid)</b>	<b>Participação no número de estab. (%)</b>
Leite de vaca (litros)		70.084	20,52
Ovos (dúzia)	341.510	187.010	54,76
Leite de cabra (litros)		1.904	0,56
Suínos (cab)		99.807	29,23

Fonte: Elaborada pela autora com base em dados secundários (IBGE, 2006).

Pode-se observar, então, que cinco das culturas agrícolas colocadas são excluídas quando aplicamos o critério acima exposto, são elas: feijão-preto (0,33%), soja (0,00%), trigo (0,00%), café arábica em grão (verde) (0,02%) e café canephora (robusta, conilon) em grão (verde) (0,00%).

Quanto às atividades pecuárias, sob o mesmo critério de exclusão, o leite de cabra não entrou no cálculo do custo de oportunidade, pois sua participação no total de estabelecimentos da agricultura familiar foi de 0,56%.

Sendo assim, a Tabela 7 evidencia as atividades agropecuárias que efetivamente participaram dos cálculos do custo de oportunidade, bem como os valores ponderados obtidos pela agricultura e pecuária, dos quais representam os seus próprios custos de oportunidade.

Tabela 7 – Custo de Oportunidade das atividades agropecuárias desenvolvidas na agricultura familiar no Ceará, 2006.

<b>Agricultura</b>	<b>Produção Média (kg/ha)</b>	<b>Área de produção (ha)</b>	<b>Participação na área produtiva (%)</b>	<b>Rentabilidade (R\$/ha)</b>	<b>Valor ponderado</b>
Arroz em casca	3.572,99	41.614	1,19	1.288,92	15,34
Feijão de corda	849,23	70.268	2,01	579,70	11,65
Feijão fradinho	531,37	587.390	16,82	425,66	71,60
Mandioca	6.571,18	53.179	1,52	942,59	14,33
Milho em grão	1.707,98	832.364	23,83	544,80	129,83
				Subtotal Agrícola	242,75
<b>Pecuária</b>	<b>Produção Média (litros ou duz. ou cab/estab.)</b>	<b>Número de estab. (unid)</b>	<b>Participação no número de estab. (%)</b>	<b>Rentabilidade (R\$/estab)</b>	<b>Valor ponderado</b>
Leite de vaca	3.604,05	70.084	20,52	2.126,54	436,37
Ovos	70,12	187.010	54,76	168,02	92,01
Suínos	5,59	99.807	29,23	366,84	107,23
				Subtotal Pecuário	635,61
				<b>TOTAL</b>	<b>878,36</b>

Fonte: Elaborada pela autora com base em dados secundários (IBGE, 2006).

Com relação ao valor ponderado gerado pelas atividades da agricultura, percebe-se que o milho em grão possui maior representatividade na área produtiva, cerca de 24%, o que garante a este produto um valor ponderado de R\$ 129,83, representando aproximadamente 53,5% do valor ponderado total. Esse percentual confirma a realidade no campo, pois este produto é o mais cultivado, tanto por questões de tradição familiar quanto à

praticidade e facilidade de cultivo em regime de sequeiro. Além de servir como alimento humano, também é utilizado para a manutenção dos rebanhos.

Após verificarmos os valores ponderados obtidos pelas atividades agrícolas enumeradas acima, indexou-se o valor ponderado total proveniente das atividades agrícolas (COA), levando-se em consideração o valor atual da UFIRCE (R\$ 2,6865). Assim:

$$COA = 90 * UFIRCE \quad (8)$$

Assume-se, então que  $90 * UFIRCE$  representa a unidade de referência que engloba o custo de oportunidade das atividades agrícolas desenvolvidas pela agricultura familiar no Ceará.

Observando-se o valor ponderado gerado pelas atividades pecuárias (COP), o leite de vaca apesar de estar presente em aproximadamente 21% dos estabelecimentos, ele gera quase treze vezes mais renda do que a venda de ovos. Essa característica lhe confere um valor ponderado de R\$ 436,37, representando cerca de 69% do valor ponderado total.

A venda de ovos é uma atividade rotineira entre os pequenos agricultores (quando há excedente de produção), por isso constatou-se a presença desse tipo de comércio em 55 % dos estabelecimentos, aproximadamente. Porém, por conta da forma de criação (caipira), a produção é reduzida (70,12 dúzias/estabelecimento) e sua rentabilidade também é baixa, refletindo, assim, no seu valor ponderado (R\$ 92,01/ estabelecimento).

A suinocultura é praticada em 29% dos estabelecimentos e possui valor ponderado igual a R\$ 107,23/estab. Sendo considerada, portanto, a segunda atividade pecuária com maior rentabilidade dentre as atividades comparadas.

Após o cálculo da indexação do valor ponderado proveniente das atividades pecuárias (COP) em relação à UFIRCE, a relação ficou:

$$COP = 237 * UFIRCE \quad (9)$$

Admite-se, que a unidade de referência que engloba o custo de oportunidade das atividades pecuárias desenvolvidas pela agricultura familiar no Ceará é  $237 * UFIRCE$ .

De posse do conhecimento das relações de indexação existentes entre o COA, COP e a UFIRCE, alcançou-se a seguinte fórmula para a valoração dos serviços ambientais:

$$VSA = IP * 90 * UFIRCE + 237 * UFIRCE \quad (10)$$

Sendo que a unidade de referência a ser utilizada no momento da aplicação da metodologia dependerá do tipo de atividade que o agricultor desenvolve em sua propriedade, ou seja, se o mesmo somente cria gado ou possui atividades pecuárias simultâneas e não realiza nenhum cultivo agrícola, o VSA se dará apenas pela multiplicação do índice-ponto obtido na área pelo fator  $237 * UFIRCE$ . Da mesma forma, se o agricultor não tiver nenhuma criação de animais em sua propriedade, o VSA se dará pela multiplicação do índice-ponto obtido pelo fator  $90 * UFIRCE$ .

Assim, caso o proprietário desenvolva os dois tipos de atividades (agricultura e pecuária) a valoração dos serviços ambientais será obtida pela aplicação da fórmula na íntegra.

Para o propósito deste estudo, o SAF desenvolve, simultaneamente, atividades agrícolas e pecuárias, portanto, a fórmula foi utilizada na íntegra.

### 5.3 Obtenção dos Índices-ponto

No intuito de se alcançar a valoração dos serviços ambientais estudados, necessita-se do valor do índice-ponto da área. Como já foi explicado na metodologia, esse índice é obtido pela multiplicação do índice de contribuição (IC) pelo número de hectares destinados à cada tipo de uso do solo.

De acordo com os dados atualizados do SAF, foram identificados três diferentes usos do solo: a caatinga nativa preservada; na área pecuária pratica-se o raleamento das espécies arbóreas e na área agrícola é realizada a policultura de ciclo curto com práticas conservacionistas. Assim, seguindo a metodologia, a Tabela 8 apresenta o índice de contribuição obtido pelos diferentes usos do solo identificados no SAF, dados estes retirados da Tabela 5.



Tabela 8 – Índice de contribuição do uso do solo utilizado no momento atual do Sistema Agrossilvipastoril do bioma caatinga

USOS DA TERRA	SERVIÇOS AMBIENTAIS			ÍNDICE DE CONTRIBUIÇÃO
	Biodiversidade vegetal	Sequestro de carbono	Deposição de Matéria Orgânica no solo	
Caatinga nativa preservada	1	1	1	3.0
Caatinga raleada	0.7	0.6	0.5	1.8
Policultura de ciclo curto com práticas conservacionistas	0.5	0.6	0.7	1.8
<b>ÍNDICE DE CONTRIBUIÇÃO</b>	2.2	2.2	2.2	

Fonte: Elaborada pela autora com base em dados primários (questionário) e secundários (literatura).

De posse do conhecimento dos índices de contribuição encontrados na área, podemos explorar as informações sob duas óticas: o IC de cada tipo de uso do solo elencado e o IC de cada serviço ambiental gerado.

Sob a primeira visão, pode-se claramente verificar que a área com mata nativa é preferível quanto às demais devido à geração máxima dos serviços ambientais estudados, segundo opiniões dos especialistas consultados.

O entendimento da importância da manutenção de áreas naturais na propriedade rural é fundamental, já que existe a concepção errônea de que a vegetação nativa representa área não produtiva, com custo adicional e sem nenhum retorno econômico para o produtor. No entanto, essas áreas fundamentais pelos serviços ambientais que proporcionam, como a manutenção da produtividade em sistemas agropecuários, tendo em vista sua influência direta na produção e conservação da água, da biodiversidade e do solo, na manutenção de abrigo para agentes polinizadores, dispersores de sementes e inimigos naturais de pragas das culturas, entre outros (SILVA, s.d.).

Quando olhamos sob a segunda ótica, verificamos que os serviços ecossistêmicos avaliados, apesar de pontuações diferenciadas quanto ao tipo de uso do solo, foram iguais a 2.2, evidenciando, assim a igualdade de importância desses serviços ambientais, podendo ser explicado pela relação de interdependência entre os mesmos.

### 5.3.1 Índice-ponto segundo os diferentes usos do solo

Analisando-se sob a ótica dos usos da terra e agregando as informações pertinentes ao SAF (área total é de oito hectares, sendo 1,6 ha destinados à mata nativa, 4,8 ha para o desenvolvimento da pecuária e 1,6 ha para a agricultura), o IP obtido foi de 16.3 (Tabela 9).

Tabela 9 – Pontuação total da área segundo a utilização do solo no momento atual do Sistema Agrossilvipastoril do bioma caatinga – Índice-ponto.

USOS DA TERRA	ÍNDICE DE CONTRIBUIÇÃO	LINHA DE REFERÊNCIA	
		Hectares	Índice-Ponto
Caatinga nativa preservada	3.0	1.6	4.8
Caatinga raleada	1.8	4.8	8.6
Policultura de ciclo curto com práticas conservacionistas	1.8	1.6	2.9
		<b>SOMA</b>	<b>16.3</b>

Fonte: Elaborada pela autora com base na metodologia.

Pode-se observar que apesar das áreas destinadas à mata nativa e à agricultura possuírem o mesmo número de hectares, o índice de contribuição foi o grande diferencial para revelar a importância da mata nativa para o ecossistema em questão.

Além disso, a caatinga raleada (manejo florestal utilizado na área destinada à pecuária) se apresenta com o índice-ponto maior (8.6), isso ocorre pelo fato de o número de hectares utilizados com esse manejo ser superior (4.8 ha), já que quanto ao índice de contribuição o mesmo possui valor igual à policultura de ciclo curto com práticas conservacionistas (1.8).

Em termos de representatividade, o índice-ponto alcançado pela mata nativa equivale a 29% do total, por sua vez 18% do total é obtido pelo uso do solo na área agrícola e 53% desse total é oriundo do manejo floresta na parcela pecuária do SAF.

No caso do ecossistema estudado, pode-se concluir através dos dados de representatividade, que o uso do solo na parcela pecuária é determinante no que diz respeito à geração do índice-ponto total, impactando conseqüentemente, na geração dos serviços ambientais.

### 5.3.2 Índice-ponto segundo os diferentes serviços ambientais

A Tabela 10 mostra o índice-ponto avaliado sob a ótica dos serviços ambientais e agregando as mesmas informações pertinentes ao SAF.

A ligeira diferença encontrada entre os índices-ponto de cada serviço, provavelmente tem ligação com a observação colocada acima, além de ser de conhecimento que as funções e, conseqüentemente, os serviços ecossistêmicos estão intimamente ligados, possuindo uma relação de interdependência entre eles.

Por essa característica é oportuno lembrar que há uma enorme dificuldade de mensurar separadamente, de forma direta, os serviços ambientais.

Tabela 10 – Pontuação total da área segundo cada serviço ecossistêmico gerado no Sistema Agrossilvipastoril do bioma caatinga – Índice-ponto.

Serviços ambientais	LINHA DE REFERÊNCIA						Índice-Ponto
	Caatinga nativa preservada		Caatinga raleada		Policultura de ciclo curto com práticas conservacionistas		
	IC*	Ha	IC	Ha	IC	Ha	
Biodiversidade vegetal	1	1.6	0.7	4.8	0.5	1.6	5.8
Sequestro de carbono	1	1.6	0.6	4.8	0.6	1.6	5.4
Deposição de Matéria Orgânica no solo	1	1.6	0.5	4.8	0.7	1.6	5.1
<b>TOTAL</b>							<b>16.3</b>

Fonte: Elaborada pela autora com base na metodologia.

Nota: \*Índice de Contribuição.

Em termos de representatividade, o índice-ponto alcançado pela biodiversidade vegetal equivale a 36% do total, o sequestro de carbono representa cerca de 33% do total e 31% desse total, aproximadamente, é oriundo do serviço de deposição de matéria orgânica no solo.

## 5.4 Valoração econômica: quanto aos serviços ambientais e aos diferentes usos do solo

A valoração econômica dos serviços ambientais pode ser interpretada, também, sob dois pontos de vista: quanto aos serviços ambientais separadamente (baseados nos IPs de cada serviço) ou quanto à geração desses serviços na área de acordo com os diferentes tipos de usos do solo.

### 5.4.1 Valoração de cada serviço ambiental gerado no SAF

A partir da obtenção dos valores encontrados, em R\$, para cada serviço ambiental, foram realizadas algumas comparações entre valores praticados no Brasil e/ou no mundo.

Em muitos casos, é difícil proceder a uma comparação dos resultados, devido às distintas unidades de medição utilizadas (por família, por hectare, por bioma como um todo, etc.). Foram resguardadas as devidas diferenças (situações) ocorridas entre os diferentes serviços, as distintas metodologias, as regiões com características específicas diferenciadas, as particularidades entre os ecossistemas comparados, pois a prática de valoração econômica desses atributos ambientais é relativamente recente, o que acarreta em escassas informações acerca destes sob as mesmas condições submetidas neste estudo.

- **Biodiversidade vegetal**

Tomando por nota o índice-ponto verificado na Tabela 10, a equação de valoração se apresenta da seguinte forma:

$$VSA = 5,8 * 40 * UFIRCE + 237 * UFIRCE \quad (11)$$

Admitindo o valor da unidade de UFIRCE igual à R\$ 2,6865, o valor do serviço ambiental estudado é de R\$ 5.095,22, valor este encontrado para a totalidade da área de estudo. Este valor, se considerado por hectare, é igual a R\$ 636,90. Desta forma, pela

exploração da atividade agropecuária utilizando os sistemas agrossilvipastoris desenvolvidos para o semiárido (SAF), o produtor receberia R\$ 636,90 por hectare por ano, pelo serviço ambiental de conservação da biodiversidade.

Andersen (1997) realizou uma análise de custo-benefício do desflorestamento da floresta Amazônica e, para comparar os valores ao longo do tempo, o autor utilizou-se de valores descontados de 6% (mais próxima das taxas privadas). Neste estudo o autor achou um Valor Econômico Total de US\$ 513,00/ha para o serviço Proteção da biodiversidade, em 1990. Se convertermos esse valor para reais, considerando o valor do dólar igual à R\$1,614, o valor do serviço seria de R\$ 827,98/ha.

A diferença encontrada nos valores deste serviço pode ser explicada pelas diferenças e peculiaridades entre a floresta Amazônica e a Caatinga, porém, mesmo ocorrendo tal discrepância, os valores estão relativamente próximos.

- **Sequestro de carbono**

Tomando por nota o índice-ponto verificado na Tabela 10, a equação de valoração se apresenta da seguinte forma:

$$VSA = 5,4 * \text{UFIRCE} + 237 * \text{UFIRCE} \quad (12)$$

Admitindo o valor da unidade de UFIRCE igual à R\$ 2,6865, o valor do serviço ambiental estudado é de R\$ 4.743,82, valor este encontrado para a totalidade da área de estudo. Este valor, se considerado por hectare, é igual a R\$ 592,98.

O valor calculado, em hectares, é próximo ao encontrado por Vilar (2009) que valorou o serviço de fixação e estocagem de carbono em áreas de preservação permanente em Minas Gerais, onde o autor encontrou o valor, em função da área protegida, de R\$ 416,09 por hectare.

Wundera e Albánb (2008 apud VILAR, 2009) comentaram sobre uma experiência de pagamento de serviços ambientais implantada no Equador que indicou valores de US\$ 100,00 a 200,00 por hectare de floresta, esse valor atualizado aos dias atuais (US\$ 1,00 = R\$ 1,614) gira em torno de R\$ 161,40 a 322,80 por hectare.

Schneider (1993), investigando o valor da terra florestada amazônica baseada no sequestro de carbono, achou um valor de US\$ 560.00/ha em Guajará Mirim-Rondônia, valor convertido a partir de um *penny* por galão (US\$ 3.50/tC). Em reais, esse valor é de R\$ 903,04.

Se compararmos, em termos de valores (R\$/ha), os resultados obtidos pelos autores citados acima, podemos verificar uma variação entre R\$ 161,40 a R\$ 903,04, o que indica que o valor encontrado (R\$ 592,98) neste estudo encontra-se consistente com a literatura, dadas as condições metodológicas consideradas. Assim, o agricultor, mesmo desenvolvendo suas atividades rotineiras, ao adotar o manejo de SAF, receberá um acréscimo de R\$ 592,98/ha.

- **Deposição de matéria orgânica no solo**

Tomando por nota o índice-ponto verificado na Tabela 10, a equação de valoração se apresenta da seguinte forma:

$$VSA = 5,1 * \text{Índice} * UFIRCE + 237 * UFIRCE \quad (13)$$

Admitindo o valor da unidade de UFIRCE igual à R\$ 2,6865, o valor do serviço ambiental estudado é de R\$ 4.480,28, valor este encontrado para a totalidade da área de estudo. Este valor, se considerado por hectare, é igual a R\$ 560,03.

Para fim de comparação, considera-se este serviço como um meio de controlar a erosão do solo e, conseqüentemente, a diminuição da susceptibilidade de degradação. Em Guarapiranga – SP, o valor máximo a ser pago aos proprietários pelo controle de erosão foi de R\$ 75,00 (ha/ano), segundo Vilar (2009).

#### 5.4.2 Valoração dos serviços ambientais de acordo com os diferentes usos do solo

Considerando-se o índice-ponto total da área em estudo igual a 16.3, o passo subsequente é a valoração propriamente dita, onde se utilizou a fórmula:

$$VSA = 16.3 * \text{Índice} * UFIRCE + 237 * UFIRCE \quad (14)$$

Assim, o valor alcançado foi de R\$ 14.319,31, quando avaliado por hectare, o valor é de R\$ 1.789,91.

O VSA proposto é superior aos valores adotados como referência para valoração dos serviços ambientais em outras experiências, nos níveis nacional e internacional. Como primeiro exemplo nacional, pode-se citar a experiência de Extrema – MG, que remunera o produtor rural pelos serviços gerados em 100 UFEX (Unidades Fiscais de Extrema) por hectare por ano. Em Apucarana – PR, a prefeitura municipal paga aos agentes pela manutenção e proteção das nascentes até R\$ 105,00 por mês medida através da vazão encontrada na nascente, indexada à UFM (Unidades Fiscais do Município).

Em nível internacional pode-se elencar: o sistema de PSA da Costa Rica que remunera os agricultores 10 dólares anuais por ponto na linha base e de 50 a 72 dólares anuais por ponto adicional durante os anos de participação no projeto (MURGUEITIO *et al*, 2003); no Equador, o valor pago pelo mesmo serviço ambiental foi entre US\$ 100,00 e 200,00 por hectare de floresta (R\$ 220,10 a R\$ 440,20).

## 6 CONSIDERAÇÕES SOBRE O PROCESSO DE PAGAMENTO DOS SERVIÇOS AMBIENTAIS (PSA) NO BIOMA CAATINGA

Atualmente a Costa Rica vem sendo apontada por alguns autores como sendo o País pioneiro no que tange ao pagamento por serviços ambientais. No projeto “Enfoques Silvopastoriles Integrados para el Manejo de Ecosistemas”, o sistema de pagamentos é acordado com os produtores, onde o agricultor proporciona o surgimento dos serviços ambientais por meio de mudanças no uso da terra na fazenda.

No projeto citado, é feito o cadastro dos agricultores no projeto e, posteriormente, são realizados levantamentos acerca da situação atual das fazendas para construção da linha base, das quais servirão de insumo para o índice-ponto. De posse dos dados da fazenda, é realizado um plano de manejo individual e um prazo de participação no projeto mediante o cumprimento da geração dos serviços ambientais acordados. Com os dados do ano base, considerado como ano 0 (zero), o proprietário recebe dez dólares por ponto obtido. Nos anos subsequentes, o mesmo recebe entre US\$ 50 a 70 por incremento na pontuação (índice atual menos índice da linha base). A Figura 14 mostra o esquema do processo de PSA desenvolvido na Costa Rica.

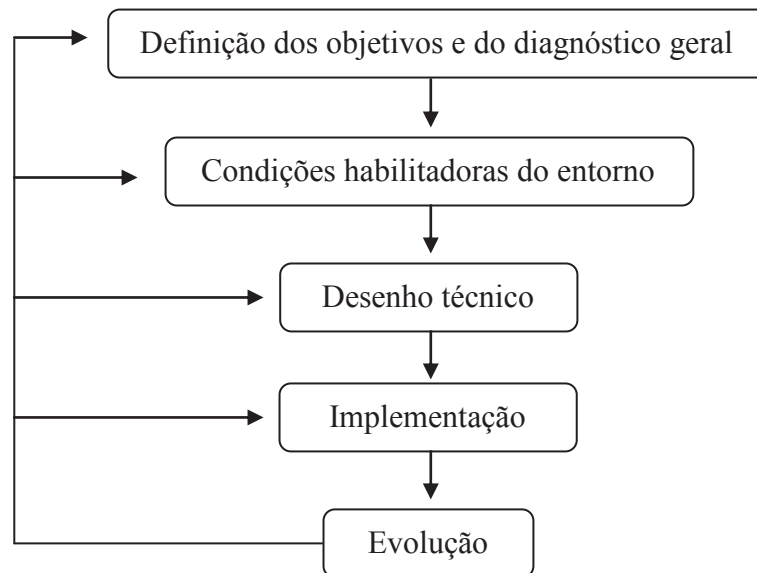


Figura 14 – Processo dinâmico de avaliação e implementação de um PSA  
 Fonte: Campos *et al.* (2006 apud BALLESTERO; RODRÍGUEZ, 2008).



Para o processo de pagamento dos serviços ambientais (PSA) no bioma Caatinga é sugerido alguns procedimentos semelhantes aqueles adotados na Costa Rica, com algumas adaptações:

- I. Devem-se determinar áreas prioritárias para a melhoria e conservação da qualidade ambiental do bioma. Exemplos: áreas com alto índice de desmatamentos, degradação dos solos elevados, desertificação avançada, conservação da biodiversidade (vegetal e animal) etc;
- II. Cadastramento dos agricultores familiares<sup>16</sup> que desejam, voluntariamente, participar do processo de pagamento pelos serviços ambientais prestados em suas propriedades;
- III. Levantamento dos dados atuais das fazendas cadastradas para compor a linha de referência;
- IV. Realização de um plano de manejo sustentável, no intuito de propor mudanças nas práticas agrícolas e florestais adotadas para a geração crescente de serviços ambientais;
- V. Determinação de um período de participação no processo (cinco anos, por exemplo), com acompanhamento técnico disponibilizado pelo projeto;
- VI. Condições de pagamento: o benefício seria concedido anualmente, a partir do ano 0 (zero), onde neste ano o agricultor recebe o valor total obtido a partir de sua pontuação da linha de referência. Nos anos posteriores, o mesmo receberá apenas o equivalente à melhoria dos benefícios ambientais mediante às mudanças no padrão de gerenciamento e práticas agrícolas desenvolvidas nas propriedades, ou seja, a diferença entre o índice-ponto obtido nos anos 1, 2,... e o índice-ponto da linha de referência (ano zero).

No intuito de ilustrar a dinâmica do pagamento por serviços ambientais em uma área qualquer no bioma Caatinga, foi colocada a seguinte situação hipotética:

Uma propriedade possui 15 ha distribuídos em mata nativa (5 ha), pastagem nativa (6 ha), roça de milho (2 ha) e área de pousio (2 ha). A primeira atitude a ser tomada é o levantamento da linha de referência, sendo necessário conhecer os Índices de Contribuição obtidos para cada tipo de uso do solo. Por motivo de padronização de variáveis a mata nativa

---

<sup>16</sup> Ver classificação adotada pelo IBGE (pg. 44)

é igual a Caatinga nativa preservada, a pastagem nativa será comparada à Pastagem cultivada com alta densidade de árvores por conta de se ter um número elevado de árvores nativas sem adoção de manejo florestal. A roça de milho é análoga a Monocultura de ciclo curto tradicional, supondo esta forma de plantio com tradicional e a área de pousio é comparável à área degradada, onde se supõem que está em repouso pela diminuição de suas propriedades físicas e biológicas. Assim, a Tabela 11 mostra os ICs obtidos pela propriedade em questão.

Tabela 11 – Índice de contribuição do uso do solo utilizado no momento atual da propriedade hipotética do bioma caatinga.

USOS DA TERRA	SERVIÇOS AMBIENTAIS			ÍNDICE DE CONTRIBUIÇÃO
	Biodiversidade vegetal	Sequestro de carbono	Deposição de Matéria Orgânica no solo	
Caatinga nativa preservada	1	1	1	3.0
Pastagem cultivada com alta densidade de árvores	0.6	0.6	0.7	1.9
Monocultura de ciclo curto tradicional	0.1	0.3	0.3	0.7
Área degradada	0	0	0	0

Fonte: Elaborada pela autora com base em dados primários (questionário) e secundários (literatura).

A partir do conhecimento do IC, a Linha de Referência (Tabela 12) desta propriedade foi gerada com base no número de hectares destinados a cada tipo de uso do solo.

Tabela 12 – Pontuação total da propriedade hipotética do bioma caatinga segundo cada serviço ecossistêmico gerado – Índice-ponto.

Serviços ambientais	LINHA DE REFERÊNCIA				Índice-Ponto
	Caatinga nativa preservada		Pastagem cultivada com alta densidade de árvores		
	IC*	Ha	IC	Ha	
Biodiversidade vegetal	1	5	0.6	6	8.6
Sequestro de carbono	1	5	0.6	6	8.6
Deposição de Matéria Orgânica no solo	1	5	0.7	6	9.2
	Monocultura de ciclo curto tradicional		Área degradada		

	IC	Ha	IC	Ha	
Biodiversidade vegetal	0.1	2	0	2	0.2
Sequestro de carbono	0.3	2	0	2	0.6
Deposição de Matéria Orgânica no solo	0.3	2	0	2	0.6
<b>TOTAL</b>					<b>27.8</b>

Fonte: Elaborada pela autora com base na metodologia.

Nota: \*Índice de Contribuição.

Em sua linha de referência, este dado agricultor recebeu um índice-ponto igual a 27.8. Pela metodologia desenvolvida nesta dissertação, considerando que o mesmo desenvolve tanto atividades pecuárias quanto agrícolas, o valor a ser pago pela geração dos serviços ambientais segundo os usos do solo em sua propriedade, é de R\$ 24.419,52.

Supondo que as instruções apresentadas no plano de manejo florestal incluíssem, dentre outras ações: a permanência do número de hectares destinados à preservação (5 ha); a divisão da pastagem nativa em duas novas áreas: piquetes com a caatinga raleada e enriquecida (3 ha) para aumentar a quantidade e qualidade de forragem para o rebanho e piquete com pastagem nativa (3 ha); devido a aptidão agrícola deste produtor, decidiu-se diversificar as culturas com milho, feijão e mandioca com adoção de práticas conservacionistas do solo, como a plantação de leguminosas, plantio direto etc. e para recuperar a área degradada, recomendou-se o estabelecimento de leguminosas, que servirá, posteriormente, como suplemento alimentar para os animais, além do cultivo de plantas frutíferas.

Para fins de ilustração, definimos a permanência do agricultor no projeto em cinco anos e que as mudanças sugeridas no plano de manejo foram implantadas de maneira gradual, de acordo com a Tabela 13.

Tabela 13 – Execução gradual do plano de manejo florestal da propriedade hipotética do bioma caatinga.

ANO	AÇÕES
0 (Zero)	Divisão e melhoramento da área pecuária: implementação das cercas, raleamento adequado das árvores, compra e plantação das mudas de plantas nativas e exóticas adaptadas, roço periódico.
1	Preparação da área agrícola: estabelecimento das leguminosas, deposição de

matéria orgânica na área oriundo dos roços, plantação das culturas de milho, feijão e mandioca.

- 2 Recuperação da área degradada: estabelecimento das leguminosas, deposição de matéria orgânica na área oriundo dos roços.
- 3 Recuperação da área degradada: deposição de matéria orgânica na área oriundo dos roços.
- 4 Manutenção das ações aplicadas em toda a propriedade e na área em recuperação pode-se implementar algumas frutíferas.

Fonte: Elaborada pela autora com base na metodologia.

Tomando por base nas ações acima estabelecidas, podemos exemplificar a evolução da geração dos serviços ambientais obtidos pelo agricultor em questão ao longo dos cinco anos de participação no projeto, onde foram consideradas no:

- Ano 1: apenas as mudanças na área pecuária, pois no ano zero as ações foram concentradas no manejo para a melhora desta área;
- Ano 2: apenas as modificações na área agrícola, pois no ano anterior (ano 1) as ações focaram no manejo desta área;
- Ano 3: apenas as mudanças para a recuperação da área degradada;
- Ano 4: apenas nas ações para a manutenção do processo de recuperação da área degradada;
- Ano 5: Manutenção das ações aplicadas em toda a propriedade, além da implementação de algumas plantas frutíferas.

A Tabela 14 demonstra a evolução da geração dos serviços ambientais na propriedade hipotética, segundo o Índice-ponto ao longo de cinco anos.

Tabela 14 – Dinâmica da geração dos serviços ambientais na propriedade hipotética do bioma caatinga, segundo o Índice-ponto ao longo de cinco anos.

AÇÕES	ANO 0			ANO 1			ANO 2			ANO 3			ANO 4			ANO 5			
	IC*	HA	IP**	IC	HA	IP	IC	HA	IP	IC	HA	IP	IC	HA	IP	IC	HA	IP	
Caatinga nativa preservada	3.0	5	15.0	3.0	5	15.0	3.0	5	15.0	3.0	5	15.0	3.0	5	15.0	3.0	5	15.0	
Pastagem cultivada com alta densidade de árvores	1.9	6	11.4	1.9	3	5.7	1.9	3	5.7	1.9	3	5.7	1.9	3	5.7	1.9	3	5.7	
Monocultura de ciclo curto tradicional	0.7	2	1.4	0.7	2	1.4													
Área degradada	0.0	2	0.0	0.0	2	0.0	0.0	2	0.0										
Caatinga raleada e enriquecida				2.4	3	7.2	2.4	3	7.2	2.4	3	7.2	2.4	3	7.2	2.4	3	7.2	
Policultura de ciclo curto com práticas conservacionistas							1.8	2	3.6	1.8	2	3.6	1.8	2	3.6	1.8	2	3.6	
Banco de proteína										1.4	2	2.8	1.4	2	2.8	1.4	2	2.8	
Policultura de ciclo longo com práticas conservacionistas																2.0	1	2.0	
<b>IP TOTAL</b>		<b>27.8</b>			<b>29.3</b>			<b>31.5</b>			<b>34.3</b>			<b>34.3</b>			<b>34.3</b>		<b>34.9</b>

Fonte: Elaborada pela autora com base na metodologia

Notas: \*Índice de Contribuição; \*\*Índice-ponto

No ano 1 (um), de acordo com a avaliação, após algumas mudanças previstas no plano de manejo, o índice-ponto obtido foi igual a 29,3, acarretando um pagamento de R\$ 25.739,63. Porém, o produtor familiar receberá, apenas, R\$ 1.317,73, o que equivale a IP do ano 1 (um) – IP da linha de referência.

Baseando-nos nas informações acima, podemos exemplificar os benefícios financeiros recebidos pelo agricultor a partir das mudanças de comportamento ambiental pelas práticas agropecuárias promovidas pelo sertanejo refletidas na geração dos serviços ambientais prestados (biodiversidade vegetal, sequestro de carbono e deposição de matéria orgânica no solo) ao longo de sua participação no projeto – Tabela 15.

Tabela 15 – Exemplo de PSA gerado a partir dos índices-ponto obtidos em uma propriedade hipotética do bioma caatinga.

<b>Ano</b>	<b>IP</b>	<b>Valor do pagamento (em R\$) atual</b>	<b>Valor do pagamento (em R\$) descontado do ano 0 (zero)</b>
0	27,8	24.421,90	24.421,90
1	29,3	25.739,63	1.317,73
2	31,5	27.672,29	3.250,39
3	34,3	30.132,05	5.710,15
4	34,3	30.132,05	5.710,15
5	34,9	30.659,14	6.237,24
		<b>TOTAL</b>	<b>46.647,57</b>

Fonte: Elaborada pela autora com base na metodologia.

Ao final do período (5 anos), o agricultor receberia cerca de R\$ 46.647,57, com uma média anual de R\$ 7.774,59.

São previstas algumas situações relacionadas às taxas de crescimento da geração dos serviços ambientais. Podemos ver na situação descrita na Tabela 15, um crescimento à taxas crescentes, entre a primeira análise (ano zero) e o ano 5 (cinco) – acompanhado através dos valores do índice-ponto –, observa-se, ainda, que no ano 4 (quatro) os valores ficam estáveis (taxa de crescimento constante) e iguais a 34,3 e existe o crescimento à taxas decrescentes. Esse comportamento pode ser observado na

Figura 15 adaptada de Silva (2003), onde se relacionam a taxa de crescimento e o estoque de serviços ambientais.

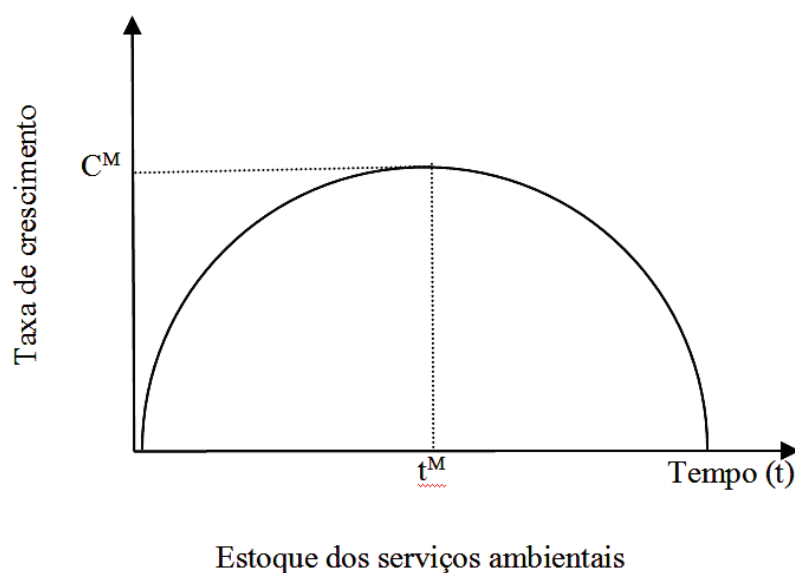


Figura 15 – Relação entre a taxa de crescimento e o estoque dos serviços ambientais  
Fonte: Adaptada de Silva (2003).

A taxa de crescimento colocada pode ser relacionada ao aumento do uso de práticas agrícolas que proporcionam um manejo sustentável do bioma, como manejo florestal adequado, práticas conservacionistas do solo etc.

Silva (2003) ao descrever o modelo de exploração dos recursos renováveis afirma que a ideia central da dinâmica de crescimento do estoque do recurso é determinada pelo seu ritmo biológico, porém os recursos estão sendo submetidos a uma pressão humana representada pela exploração econômica. Isso sugere que, mesmo que uma propriedade execute atividades exploratórias, o estoque de serviços ambientais manteria sua taxa de crescimento caso fossem proporcionados meios de geração de tais serviços, como por exemplo, a exploração sustentável dos recursos de acordo com a capacidade de suporte da área.

Para o processo de pagamento dos serviços ambientais (PSA) no bioma Caatinga, devem ser observados todos esses aspectos relacionados à dinâmica das taxas normais de crescimento, onde:

- VII. Condições de pagamento (continuação): nos anos onde os índices-ponto forem iguais o agricultor receberá o valor do último pagamento em que houve acréscimo, pois o fato do índice-ponto não

se alterar não quer dizer que não está havendo aumento no estoque de serviços, pois apenas a taxa de crescimento está constante;

- VIII. Quanto ao pagamento nos anos após a situação em que houver a estabilidade na geração dos serviços ambientais, aqui considerado como o cruzamento  $C^M \times t^M$  da figura 15, o valor a ser pago se dará pela diferença entre o índice-ponto obtido e o índice-ponto da linha de referência (ano zero).

Alpízar e Madrigal (2005) dizem que os pagamentos para os pontos adicionais são destinados a motivar mudanças positivas em termos de aumento da geração de serviços ambientais. Assim, na situação onde a taxa de crescimento é constante, deve ser pago o valor correspondente ao último ano em que houve crescimento. Se o pagamento não for feito de forma contínua tomando como base a linha de referência, pode desestimular os proprietários admitindo-se que nesta situação eles têm pouco espaço para melhorias.

Há várias possibilidades de compensação por serviços ambientais prestados em âmbito local, nacional e global. Contudo, estas práticas são pouco difundidas e compreendem ainda uma parcela pequena da população, uma vez que, a sua efetivação necessita de políticas públicas e da criação de leis que disciplinem de que forma ocorrerá o pagamento por tais serviços.

Na Costa Rica existe uma legislação (Lei Florestal, 1996) que avalia e incorpora nas contas nacionais os serviços ambientais produzidos pela floresta e demais tipos vegetação. Campos *et al* (2006) dizem que alguns dos desafios na implementação de sistemas de pagamento por serviços ambientais incluem a identificação e quantificação dos diferentes serviços ecossistêmicos, previsão da criação de mecanismos sustentáveis de financiamento, a concepção e implementação de sistemas de pagamento para assegurar incentivos adequados para os gestores rurais, adaptação de quadros institucionais apropriados às condições locais e, finalmente, a distribuição equitativa dos custos e benefícios entre as partes interessadas.

De acordo com os mesmos autores, há três características principais que definem um PSA: o condicionamento do pagamento, a relação contratual e a existência de acordos voluntários. Eles acrescentam que a existência de um pagamento atrelado a



um conjunto de obrigações por parte do produtor pela prestação de um ou mais serviços do ecossistema é uma característica que distingue um PSA dos demais programas tradicionais de subsídios ambientais.

Para dar credibilidade a essas obrigações, segundo Campos *et al* (2006), é necessário estabelecer um contrato de prestação de serviços do ecossistema, que deve ser complementada por um programa adequado de controle e sanções para o descumprimento.

Como mencionado anteriormente, o sistema de pagamentos por serviços ambientais adotado na Costa Rica se baseia em uma função de dose-resposta, onde se relaciona o uso e manejo da terra com a prestação dos serviços. Campos *et al* (s.d.) revelam que é importante estabelecer uma relação de causalidade por dois motivos: por um lado, conhecer o tipo de resposta (medido em tipos e quantidade dos serviços dos ecossistemas) pois é fundamental para definir os beneficiários destes serviços e determinar o quanto eles estão dispostos a pagar por eles; e por outro lado, a “dose” da atividade ou manejo, pois determina o pagamento mínimo exigido. A Figura 16 mostra a dinâmica da demanda, oferta e o equilíbrio de mercado para os serviços ambientais.

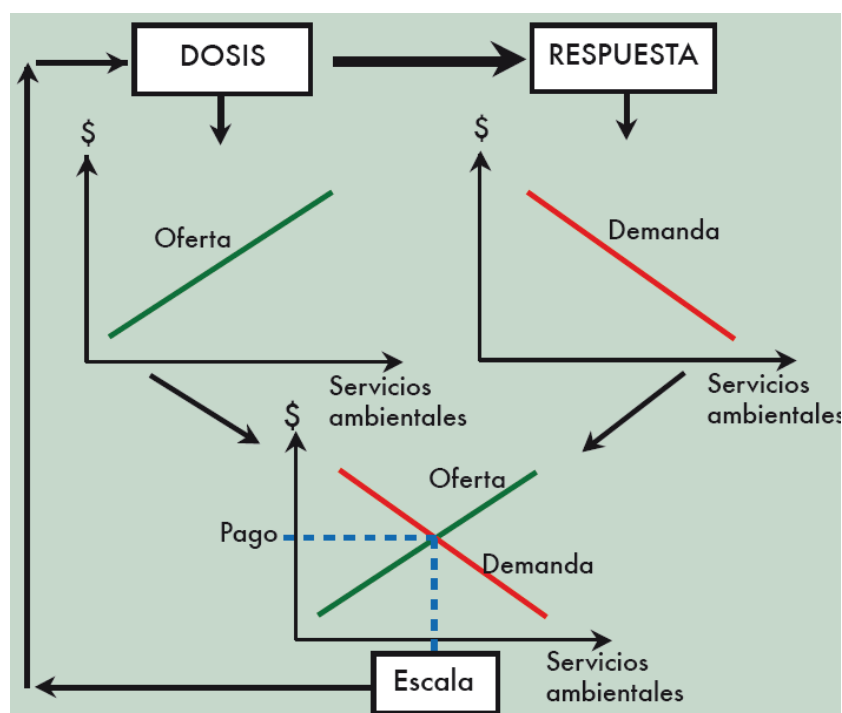


Figura 16 – Oferta, demanda e equilíbrio do mercado de serviços ambientais.  
Fonte: Campos *et al* (2006).

Como visto neste gráfico, o pagamento pelos serviços ambientais prestados se dão pelo dinamismo do mercado, caracterizado pela oferta de serviços por parte dos agricultores e pela demanda por parte do governo ou empresas privadas.

Apesar de dimensionarmos o valor de tais serviços, aqui neste estudo o valor da biodiversidade vegetal, sequestro de carbono e deposição de matéria orgânica no solo, quem determina o valor a ser pago é o mercado. Porém, esses valores encontrados em diversos trabalhos científicos a cerca desses serviços servem como indicativos dos custos sociais que tais serviços possuem e que seriam assumidos apenas pelos produtores rurais no bioma caatinga.

## 7 CONCLUSÕES E SUGESTÕES

A valoração de bens e serviços ambientais é uma alternativa econômica para incentivar a utilização de sistemas agroflorestais como sistema de produção agropecuário conservacionista dos recursos naturais. A mesma metodologia pode ser utilizada para favorecer a utilização de práticas mais sustentáveis de uso da terra, em agroecossistemas produtivos.

A metodologia proposta para a obtenção do valor monetário dos serviços ambientais estudados, medido em reais por hectare, se mostrou eficiente e eficaz.

O Índice de Contribuição desenvolvido, baseado numa função de dose-resposta, indicou que tipo de uso da terra é preferível em relação ao outro com o enfoque na geração dos serviços ambientais que se quer favorecer. Ou seja, determinou a contribuição que cada tipo de uso do solo possui para a geração dos serviços ambientais estudados.

Os Índices-ponto obtidos seguramente serão capazes de orientar os tomadores de decisão quanto à geração e monitoramento dos serviços ecossistêmicos gerados na área de estudo, através de sua área (em hectares).

Dadas as condições da agricultura familiar no Estado, o custo de oportunidade alcançado, de forma específica por meio da rentabilidade, retratou a relevância que cada atividade representa dentro de um conjunto maior, servindo como um valor de referência para os cálculos da valoração dos serviços ambientais.

A metodologia foi capaz de proporcionar os dois tipos de valoração propostos, a valoração dos serviços ambientais individualmente e de modo mais abrangente, de acordo com a área total do sistema agrossilvipastoril, sendo, portanto, de fácil aplicabilidade segundo os objetivos.

Uma política pública direcionada ao pagamento dos serviços ambientais gerados no bioma Caatinga, pelo aspecto metodológico, é bastante propícia, dadas às considerações colocadas a cerca do assunto.

Sugere-se a aplicação dos métodos de análise e valoração dos serviços ambientais apresentados em outras áreas do bioma Caatinga, a fim de conferir sua

aplicabilidade, bem como um estudo de mercado para tais serviços a fim de servir como subsídio para o desenvolvimento de PSA neste bioma.

Além disso, devem ser levantados alguns aspectos institucionais e políticos do estado do Ceará para a verificação de uma efetiva política de pagamento.

## REFERÊNCIAS

AGUIAR, M. I. de. *et al.* Perdas de solo, água e nutrientes em sistemas agroflorestais no município de Sobral, CE. 2006. **Revista Ciência Agronômica**. Fortaleza, v.37, n.3, p.270-278. 2006.

ALPÍZAR, F.; MADRIGAL, R. **Uso de un índice de usos del suelo como herramienta de pago por servicios ambientales hídricos**. Turrialba: CATIE, 11 p. 2005. Disponível em <<http://www.ibcperu.org/doc/isis/8051.pdf>>. Acesso em 10 mai 2010.

AMAZONAS (Estado). **Fundação Amazonas Sustentável**: Bolsa Floresta. s.d. Disponível em: <<http://www.fas-amazonas.org/pt/>>. 15 out 2010.

ANDERSEN, L. E. A cost-benefit analysis of deforestation in the Brazilian Amazon. Discussion Paper, n. 455, Rio de Janeiro: IPEA, 1997. 38 p. Disponível em <[http://www.sae.gov.br/site/wp-content/uploads/td\\_0455.pdf](http://www.sae.gov.br/site/wp-content/uploads/td_0455.pdf)>. Acesso em 10 set 2010.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Manual operativo do Programa Produtor de Água**. Brasília-DF: Superintendência de Usos Múltiplos, 2008. 58 p.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Programa Produtor de Água. s.d. Disponível em <<http://www.ana.gov.br/produagua/Principal/tabid/668/Default.aspx>>. Acesso em 10 jul 2010.

ANDRADE, D. C.; ROMEIRO, A. R. Serviços ecossistêmicos e sua importância para o sistema econômico e o bem-estar humano. Texto para Discussão, n. 155, Campinas: IE/UNICAMP, 2009. 44 p. Disponível em <<http://www.eco.unicamp.br/docdownload/publicacoes/textosdiscussao/texto155.pdf>>. Acesso em 10 mai 2010.

ARAÚJO FILHO, J. A. de. *et al.* Sistema Agrossilvipastoril Embrapa Caprinos. In: \_\_\_\_\_. **Criação familiar de caprinos e ovinos no Rio Grande do Norte**. Natal: EMATER-RN, EMPARN, Embrapa caprinos, 2006. cap. 8, p.193-210.

ARAÚJO FILHO, J. A. de.; SILVA, N. L. da. **Sistema de Produção Agrossilvipastoril**. Sobral: Embrapa Caprinos e Ovinos, 2008. 3p. (Embrapa Caprinos e Ovinos. Comunicado Técnico, 89).

BALLESTERO, R. M.; RODRIGUÉZ, F. A. Diseño y gestión adaptativa de un programa de pagos por servicios ecosistémicos en Copán Ruinas, Honduras. **Invest Agrar: Sist Recur For**, 17(1), p. 79-90. 2008. Disponível em: <[http://www.inia.es/gcontrec/pub/079-090-Diseno\\_1208252178171.pdf](http://www.inia.es/gcontrec/pub/079-090-Diseno_1208252178171.pdf)>. Acesso em 05 jul 2010.

BALIEIRO, F. de C. *et al.* **Sistemas agrossilvipastoris: a importância das leguminosas arbóreas para as pastagens da região Centro-Sul**. s.d. Disponível em <[www.caprilvirtual.com.br/Artigos/sist\\_agrossilvipast\\_nutrir.pdf](http://www.caprilvirtual.com.br/Artigos/sist_agrossilvipast_nutrir.pdf)>. Acesso em 20 jan 2011.

BARROS, A. C. N de. **Análise econômica da agricultura familiar em áreas de assentamentos rurais no Estado do Ceará**: um estudo de caso. 2000. 89 p. Dissertação (Mestrado em Economia Rural) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2000.

BITTENCOURT, G. A.; BIANCHINI, V. **Agricultura familiar na região sul do Brasil**, Consultoria UTF/036-FAO/INCRA, 1996.

BRANDLI, E. N. *et al.* Análise das vantagens e limitações dos métodos de valoração de recursos ambientais: método do custo de viagem, método de valoração contingente e método de preços hedônicos. In: SIMPEP - Simpósio de Engenharia de Produção, 2006, Bauru -SP. **Anais...** Bauru: Empreendedorismo e Sustentabilidade nos Sistemas Produtivos, 2006.

BRASILEIRO, R. S. Alternativas de desenvolvimento sustentável no semiárido nordestino: da degradação à conservação. **Scientia Plena**, v. 5, n. 5, mai. 2009. Disponível em <[http://www.scientiaplenu.org.br/sp\\_v5\\_055401.pdf](http://www.scientiaplenu.org.br/sp_v5_055401.pdf)>. Acesso em 09 out 2009.

BROMLEY, D. W. **Handbook of Environment Economics**. Cambridge: Blackwell Publisher. 1995. 705 p.

CAMACHO, D. C. **Procuencias, protección y recuperación de microcuencias para el abastecimiento de agua potable en la provincia de Heredia, Costa Rica**. 2003. Disponível em: <[http://www.undp.org/cu/eventos/aprotegidas/pre-PSA\\_CRica-Procuencias\\_Heredia.pdf](http://www.undp.org/cu/eventos/aprotegidas/pre-PSA_CRica-Procuencias_Heredia.pdf)>. Acesso em: 20 jan 2011.

CAMARGO, A. L. B. **Desenvolvimento Sustentável: Dimensões e desafios**. Campinas-SP: Papyrus editora, 2003. 160 p.

CAMPOS, J. J. *et al.* **Enfoque integral para esquemas de pago por servicios ecosistémicos forestales.** 2006. Disponível em <<http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A0858E/A0858E.PDF>>. Acesso em 13 out 2010.

CAVALCANTI, C. Condicionantes biofísicos da Economia e suas implicações quanto à noção do desenvolvimento sustentável. In: \_\_\_\_\_. **Economia do meio ambiente: teoria, políticas e a gestão de espaços regionais**, 3. ed. Campinas: UNICAMP, 2001. p. 63-84.

COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO. **Nosso Futuro Comum**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Editora da Fundação Getúlio Vargas, 1991. 430 p.

CARVALHO, F. C. de. **Sistema de produção agrossilvipastoril para a região semi-árida do nordeste do Brasil**. 2003. 77p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2003.

CARVALHO, F. C. de. Sustentabilidade de sistemas agroflorestais pecuários em ambientes semi-áridos. In: \_\_\_\_\_. **Semi-árido: diversidades, fragilidades e potencialidades**. Sobral: Sobral Gráfica, 2006. cap 5, p.71-107.

CEARÁ. Instrução Normativa nº 50/2010. Estabelece para o Exercício de 2011 o Valor da Unidade Fiscal de Referência do Estado do Ceará (Ufirce), Instituída Pela Lei Nº13.083, de 29 de Dezembro de 2000. **Diário Oficial do Estado**, Secretaria da Fazenda, Fortaleza, CE, 17 dez. 2010. Série 3, Ano I, n. 236, Caderno 3/4, p. 1-208.

CEARÁ. Lei n º13.304, de 19 de maio de 2003. Dispõe sobre a Criação e Implementação do “Selo Município Verde” e do “Prêmio Sensibilidade Ambiental”, e dá Outras Providências. **Diário Oficial do Estado**, Poder Executivo, Fortaleza, CE, 20 mai. 2003. Série 2, Ano IV, n. 93, Caderno Único, p. 1-72.

COSTANZA, R. *et al.* The value of the world’s ecosystem services and natural capital. **Nature**, Washington, D. C., v. 387, p. 253-260. 1997. Disponível em: <[http://www.uvm.edu/giee/publications/Nature\\_Paper.pdf](http://www.uvm.edu/giee/publications/Nature_Paper.pdf)>. Acesso em 05 mai 2010.

CRUVINEL, P. E. **Agronegócio e oportunidades para o Brasil**. 2009. Disponível em <<http://www.google.com.br/url?sa=t&source=web&cd=2&ved=0CB8QFjAB&url=http%3A%2F%2Fwww.fne.org.br%2Ffne%2Findex.php%2Ffne%2Fcontent%2Fdownload%2F6306%2F39407%2Fversion%2F1%2Ffile%2FAgroneg%25F3cioPAULO%2FCRUVINEL.pdf&ei=OSSdTYKobov2gAf34qCbBw&usq=AFQjCNEsCpVuINJDVqGwsyzj-xWQC9v1Sg>>. Acesso em 23 fev 2011.

DALY, H. E. **A economia ecológica e o desenvolvimento sustentável**. Texto para debate, nº 34. Rio de Janeiro: AS-PTA, 1991. 21 p.

DANIEL, O. *et al.* Sistemas Agroflorestais (silvipastoris e agrossilvipastoris) na região Centro-Oeste do Brasil: potencialidades, estado da pesquisa e da adoção de tecnologia. In: \_\_\_\_\_. **Sistemas Agroflorestais Pecuários**: opções de sustentabilidade para áreas tropicais e subtropicais. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite; Brasília: FAO, 2001. p.153-164.

EXTREMA (cidade). Projeto Conservador das águas - Lei municipal n. 2.100/05, de 21 de dezembro de 2005. s.d. Disponível em: <[http://www.comitepcj.sp.gov.br/download/Programa-Conservador-Aguas\\_Extrema-MG.pdf](http://www.comitepcj.sp.gov.br/download/Programa-Conservador-Aguas_Extrema-MG.pdf)>. Acesso em 15 jan 2011.

FERNANDEZ, R. N. O Valor Econômico dos recursos hídricos no uso turístico: o exemplo de Brotas. In: VI Encontro Nacional da Sociedade Brasileira de Economia Ecológica, 2005, Brasília. **Anais...** Brasília: O Meio Ambiente nas Políticas Públicas, 2005. v. único. p. 38-38.

FRANK, E. **Peasant economics farm household and agrarian development**. New York: Cambridge University Press. 2000. 309 p.

GALVÃO SOBRINHO, P. H.; VASCONCELOS, U. A. A. **Policultivo**. 2009. Disponível em <<http://www.ebah.com.br/policultivo-pptx-a56173.html>>. Acesso em 08 fev 2011.

GIUSTINA, J. S. D. **Um sistema de contabilidade analítica para apoio à decisões do produtor rural**. 1995. Dissertação (Mestrado em Engenharia da Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1995. Disponível em <<http://www.eps.ufsc.br/disserta/giustina/indice/index.htm#index>>. Acesso em 10 dez 2010.

HEMPEL, W. B. **ICMS Ecológico**. Fortaleza: Edições Demócrito Rocha, 2007. 247 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Agricultura Familiar** – primeiros resultados. Censo Agropecuário, ISSN 0103-6157. p. 1-267. Rio de Janeiro: IBGE, 2006. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em 08 dez 2010.



INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Indicadores de Desenvolvimento Sustentável: Brasil 2004**. Estudos e Pesquisas, Informação Geográfica, ISSN 1517-1450, nº 4. Rio de Janeiro: IBGE, 2004.

KAMINURA, A.; OLIVEIRA, A. de; BURANI, G. F. A agricultura familiar no Brasil: um retrato do desequilíbrio regional. **Interações**, Campo Grande, v. 11, n. 2, p. 217-223, jul./dez. 2010. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1518-70122010000200010&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1518-70122010000200010&script=sci_arttext)>. Acesso em 08 dez 2010.

LOCATELLI, M.; VIEIRA, A. H. **Sistemas agroflorestais e a conservação do solo**. s.d. Disponível em <<http://www.agrisustentavel.com/artigos/agrosolo.html>>. Acesso em 10 fev 2011.

LUCENA, A. F. P. de. **Estimativa de uma curva de kuznets ambiental aplicada ao consumo de energia e às emissões de carbono do Brasil**. s.d. Disponível em <[http://www.ecoeco.org.br/conteudo/publicacoes/encontros/vi\\_en/artigos/mesa1/estimativa\\_kuznets.pdf](http://www.ecoeco.org.br/conteudo/publicacoes/encontros/vi_en/artigos/mesa1/estimativa_kuznets.pdf)>. Acesso em 18 jun 2010.

MADRIGAL, R.; ALPÍZAR, F. Manual: Princípios de diseño e implementación de esquemas de pagos por servicios ecosistémicos. **In: X Curso Internacional: Bases económicas e institucionales para La gestión y La valoración de servicios ambientales**. Turrialba: G-SEBSA-CATIE, 2009.

MAIA, A. G. **Valoração de recursos ambientais**. 2002. 183 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Econômico, Espaço e Meio Ambiente) – Instituto de Economia, UNICAMP, Campinas, 2002.

MARACAJÁ, P. B. *et al.* Levantamento florístico e fitossociológico do estrato arbustivo – arbóreo de dois ambientes na Vila Santa Catarina, Serra do Mel-RN (Brasil). **Revista de biologia e ciências da terra**, vol. 3, n. 2. 2003.

MATTOS, K. M. da C.; MATTOS, A. **Valoração econômica do meio ambiente: uma abordagem teórica e prática**. São Carlos: Rima, Fapesp, 2004. 138 p.

MAY, P. H. **Economia Ecológica, Aplicações no Brasil**. Rio de Janeiro: Ed. Campus, 1995. 179 p.

MAY, P. H. **Serviços Ambientais em SAFs: Potencial de Mercados**. s.d. Disponível em:<[www.cedagro.org.br/.../PeterMay\\_Servicos\\_Ambientais\\_em\\_SAFs\\_Potencial\\_de\\_Mercados.ppt](http://www.cedagro.org.br/.../PeterMay_Servicos_Ambientais_em_SAFs_Potencial_de_Mercados.ppt)>. Acesso em 15 fev 2011.

MAY, P. H.; LUSTOSA, M. C.; VINHA, V. da. **Economia do Meio Ambiente**. 8ª reimpressão. Rio de Janeiro: Elsevier Editora Ltda, 2003. 318 p.

MAYORGA, M. I. O. **Análise de Benefício-Custo Social**. Fortaleza: UFC, 2004. Série Didática nº 30. 60 p.

MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT. **Ecosystem and Human Well-Being: a framework for assessment**. Washington, DC: Island Press, 2003. 247 p.

MENEGETTI, G. A. **Desenvolvimento, sustentabilidade e agricultura familiar**. 2009. Disponível em: <<http://www.emater.tche.br/site/br/arquivos/servicos/biblioteca/digital/art18.pdf>>. Acesso em : 22 out 2010.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA. **Agricultura de Baixo Carbono**. s.d. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/portal/page/portal/Internet-MAPA/pagina-inicial/desenvolvimento-sustentavel/programa-abc>>. Acesso em: 25 set. 2010.

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO AGRÁRIO/SECRETARIA DE AGRICULTURA FAMILIAR. **Portal da secretaria de agricultura familiar**. Brasília, 2005. Disponível em: <<http://www.mda.gov.br/saf/index.php?sccid=1243>>. Acesso em: 24 out. 2009.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Proambiente. s.d. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/sitio/index.php?ido=conteudo.monta&idEstrutura=33&idConteudo=8034&idMenu=8486>>. Acesso em 15 abr 2010.

**Monoculturas**. s.d. Disponível em <[http://www.vivaterra.org.br/vivaterra\\_monoculturas.htm](http://www.vivaterra.org.br/vivaterra_monoculturas.htm)>. Acesso em 06 mar 2011.

MONTAGNINI, F. **Sistemas agroflorestais: principios y aplicaciones en los trópicos**. San José, Costa Rica: IICA, 1992. 622p.

MOTTA, R. S. da. **Desafios ambientais da economia brasileira**. Texto para discussão, nº 509. Rio de Janeiro: IPEA, 1997. 23 p.

MOTTA, R. S. da. **Manual de valoração econômica de recursos ambientais**. Brasília - DF: MMA, 1998. 216 p.

MOTTA, R. S. da. **Economia ambiental**. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2006. 225 p.

MULLER, M. W. **Sistemas agroflorestais como uso sustentável dos solos: conceito e classificação**. s.d. Disponível em <http://www.ceplac.gov.br/radar/semfaz/conceiroeclassificacao.htm>. Acesso em 28 out 2009.

MURGUEITIO, E. *et al.* **Usos de la Tierra en fincas ganaderas**: Guia para el pago de servicios ambientales em el proyecto Enfoques Silvopastoriles Integrados para el Manejo de Ecosistemas. Cali: CO, CIPAV. 2003. 96 p.

OLIVINDO, C. de S. Manejo alimentar. In: \_\_\_\_\_. **Manual do produtor de cabras leiteiras**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2006. cap. 2, p. 29-66.

OLIVEIRA, J. L. S. de. Desenvolvimento sustentável: um desafio intergeracional. **Revista Retur**, Campo Largo, v. 2, n. 2, nov. 2003. Disponível em: <http://www.presidentekennedy.br/retur/edicao04/artigo03/pdf> Acesso em 17 nov 2009.

OLIVEIRA, L. R. de; ALTAFIN, I. G. **Proambiente**: uma política de pagamento de serviços ambientais no Brasil. s.d. Disponível em: <http://www.sober.org.br/palestra/9/421.pdf>. Acesso em 20 mar 2011.

ORTIZ, R. A. Valoração Econômica Ambiental. In: \_\_\_\_\_. **Economia do meio ambiente**: teoria e prática. Rio de Janeiro: Elsevier, 2003. cap. 3, p. 81-99.

PEDROSO, M. T. C. **Agricultura Familiar Sustentável**: Conceitos, experiências e lições. 2000. 111 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Sustentável) - Centro de Desenvolvimento Sustentável, Universidade de Brasília, Brasília, 2000.

RABELO, L. S. **Indicadores de sustentabilidade**: uma sequência metodológica pra mensuração do processo ao desenvolvimento sustentável. 2007. 170 f. Dissertação (Mestrado em Economia Rural) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2007.

RANGEL, S. B. M. **Mecanismos de valoración y probables formas de pago de los servicios ambientales que restan los recursos forestales**. s.d. Disponível em <http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/impactos/mexicon/R-0179.pdf>. Acesso em 12 out 2010.

RODRIGUES, M. I. V. **Análise do plano de desenvolvimento sustentável do Estado do Ceará**. 2009. 135 f. Dissertação (Mestrado em Economia Rural) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2009.

ROSSETTO, A. M. **Proposta de um sistema integrado de gestão do ambiente urbano (SIGAU) para o desenvolvimento sustentável de cidades**. 2003. 337 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

SÁ, J. D. M. **Serviços ambientais: a utilização de instrumentos econômicos para valorização da conservação e preservação ambiental**. s.d. Disponível em <[http://www.conpedi.org/manaus/arquivos/anais/bh/joao\\_daniel\\_macedo\\_sa.pdf](http://www.conpedi.org/manaus/arquivos/anais/bh/joao_daniel_macedo_sa.pdf)>. Acesso em 09 out 2009.

SALEMI, L. F. **Culturas anuais?**. 2009. Disponível em <<http://www.webartigos.com/articles/24627/1/Culturas-anuais/pagina1.html>>. Acesso em 08 dez 2010.

SCHNEIDER, R. **The potential for trade with the Amazon in greenhouse gas reduction**. Latent dissimination, Note 2, Washington, DC: The World Bank, 1993. 8 p.

SELIGMAN, M. Conceitos, definições e termos técnicos utilizados pelo INCRA. s.d. Disponível em <[www.faec.org.br/APOSTILA%20INCRA.doc](http://www.faec.org.br/APOSTILA%20INCRA.doc)>. Acesso em 15 set 2010.

SILVA, M. A. R. da. Economia dos recursos naturais. In: \_\_\_\_\_. **Economia do meio ambiente: teoria e prática**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2003. cap. 1, p. 33-60.

SILVA, D. **Sumário do Documento elaborado pela SBPC e ABC, analisando as propostas de alterações no Código Florestal Brasileiro**. s.d. Disponível em <[http://www.ressoar.org.br/dicas\\_meio\\_ambiente\\_codigo\\_florestal\\_sumario.asp](http://www.ressoar.org.br/dicas_meio_ambiente_codigo_florestal_sumario.asp)>. Acesso em 05 jan 2011.

SILVA, T. B. *et al.* Projeto produtores de água: uma nova estratégia de gestão dos recursos hídricos através do mecanismo de pagamento por serviços ambientais. **OLAM-Ciência & Tecnologia**, Rio Claro, ano 8, n. 3, p. 48. 2008. Disponível em: <<http://www.ana.gov.br/Produagua/LinkClick.aspx?fileticket=A%2FYh7RXlhrQ%3D&tabid=714&mid=1520>>. Acesso em 27 ago 2010.

SOUZA, J. M. P. **Avaliação do financiamento da agricultura familiar na produção, ocupação e renda**. 2008. 179 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Avaliação de Políticas Públicas) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2008.

SOUZA, M. C. S. **Bens públicos e externalidades**. s.d. Disponível em <<http://www.unb.br/face/eco/inteco/textosnet/1parte/externalidades.pdf>>. Acesso em 28 out 2009.

THE NATURE CONSERVANCY. **TNC fecha convênio com prefeitura do município de Extrema para conservação de bacia hidrográfica**. s.d. Disponível em: <<http://www.nature.org/wherewework/southamerica/press/press2776.html>>. Acesso em 15 abr 2010.

THE NATURE CONSERVANCY. **A genuine brazilian incentive for conservation: Ecological ICMS**. s.d. Disponível em: <<http://www.icmsecologico.org.br/images/artigos/a003.pdf>>. Acesso em 05 mai 2011.

THE NATURE CONSERVANCY. **O ICMS Ecológico como uma das formas de pagamento por serviços ambientais (PSA): mercado onde todos ganham**. s.d. Disponível em: <[http://www.icmsecologico.org.br/index.php?option=com\\_content&view=article&id=48&Itemid=53](http://www.icmsecologico.org.br/index.php?option=com_content&view=article&id=48&Itemid=53)>. Acesso em 05 mai 2011.

TOLMASQUIM, M. T. Economia do meio ambiente: forças e fraquezas. In: \_\_\_\_\_. **Desenvolvimento e natureza: estudos para uma sociedade sustentável**. São Paulo: Cortez; Recife: Fundação Joaquim Nabuco, 1995. cap. 17, p. 323-341.

TSUKAMOTO FILHO, A. A. **Introdução do palmito (*Euterpe edulis Martius*) em sistemas agroflorestais em Lavras - Minas Gerais**. 1999. 149 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1999.

VARGAS, A. Agricultura Familiar e Sustentabilidade. **Sociedade e Desenvolvimento Rural on line**. vol. 4, n. 1, p. 133-143, jun. 2010. Disponível em <<http://www.inagrodf.com.br/revista/index.php/SDR/article/viewFile/88/72>>. Acesso em 16 jun 2010.

VARIAN, H. R. **Microeconomic analysis**. New York: WW Norton, 1984. 348p.

VEIGA NETO, F. C. **A Construção dos Mercados de Serviços Ambientais e suas Implicações para o Desenvolvimento Sustentável no Brasil.** 2008. 286p. Tese (Doutorado em Desenvolvimento, Agricultura e Sociedade) - CPDA, ICHS, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008.

VILAR, M. B. **Valoração econômica de serviços ambientais em propriedades rurais.** 2009. 146f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2009.

WADT, P. G. S. **Práticas de conservação do solo e recuperação de áreas degradadas.** Acre: Embrapa Acre, 2003. 32p. (Embrapa Acre – Centro de pesquisa agroflorestal do Acre. Documentos, 90). Disponível em: <<http://www.cpfac.embrapa.br/pdf/doc90.pdf>>. Acesso em 05 ago 2010.

WUNDER, S. **Payments for environmental services: Some nuts and bolts.** Occasional paper, nº 42. Borgor, Indonesia: CIFOR. 2005. 24 p.

WUNDER, S. The efficiency of payments for environmental services in Tropical Conservation. **Conservation Biology**, Washington, v. 21, n. 1, p. 48-58, mai. 2007.

ZIMER, A. H.; BARBOSA, R. A. Manejo de pastagens para produção sustentável. In: ZOOTECA, 2005, **Anais...** Campo Grande: ZOOTECA, 2005. Disponível em <[www.abz.org.br/files.php?file=documentos/Ademir\\_313602051.pdf](http://www.abz.org.br/files.php?file=documentos/Ademir_313602051.pdf)>. Acesso em 28 jan 2011.

ZOLIN, C. A. **Análise e otimização de projetos de Pagamentos por Serviços Ambientais (PSA) utilizando Sistemas de Informações Geográficas (SIG) – o caso do município de Extrema, MG.** 2010. 128 f. Tese (Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”) – Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2010.

## APÊNDICE

APÊNDICE A – Questionário aplicado com os especialistas

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**  
**DEPARTAMENTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA**  
**MESTRADO EM ECONOMIA RURAL**

**Responsável pela pesquisa: Karine Rocha Aguiar**

**VALORAÇÃO DOS SERVIÇOS AMBIENTAIS DO BIOMA CAATINGA**

**Introdução:**

Segundo Sá (s.d.), o desenvolvimento da ciência ocidental não consegue estabelecer um valor intrínseco à natureza, justificativa pela qual se passou a trabalhar com a noção de funções ambientais para justificar sua proteção. Mesmo que a concepção de natureza possa ser valorizada enquanto bem insuscetível de apropriação, enquanto recurso natural apropriável deve ser reconhecida pela importância desempenhada nos processos de regulação ecológica, os denominados serviços ambientais.

De acordo com Daily (1997) serviços ecossistêmicos são as condições e processos através dos quais ecossistemas naturais e as espécies que os compõem, mantêm e satisfazem a vida humana. Os serviços ambientais são divididos em quatro categorias (Quadro 1):

Categoria	Serviços
Provisão	Alimentos, água, madeira para combustível, fibras, bioquímicos, recursos genéticos.
Regulação	Regulação climática, regulação de doenças, regulação biológica, regulação e purificação de água, regulação de danos naturais, polinização.
Cultural	Ecoturismo e recreação, espiritual e religioso, estético e inspiração, educacional, senso de localização, herança cultural.
Suporte	Formação do solo, produção de oxigênio, ciclagem de nutrientes, produção primária.

Quadro 1 - Serviços ecossistêmicos segundo categorias da *Millennium Ecosystem Assessment* - MEA.  
 Fonte: MEA, 2003.



**Objetivo:**

O objetivo deste questionário é gerar índices de contribuição dos diferentes tipos de usos do solo relacionando-os aos serviços ambientais (biodiversidade vegetal, sequestro de carbono e deposição de matéria orgânica) gerados em uma área do bioma Caatinga.

Esses índices devem ser estabelecidos em escala de 0 a 1, com uma casa decimal, onde o 0 (zero) representa a pior situação (contribuir menos na geração dos serviços) e o 1 (um), a melhor situação (contribuir mais na geração do respectivo serviço ambiental).

➤ **Quanto à contribuição de cada uso do solo colocado para a geração do serviço ambiental, no bioma Caatinga.**

Observação: o 0 (zero) mostra que o uso do solo em questão não contribui para a geração do serviço ambiental colocado; o 1 (um) mostra que o uso do solo em questão contribui ao máximo para a geração de tal serviço ambiental.

USOS DA TERRA	SERVIÇOS AMBIENTAIS		
	Biodiversidade vegetal	Sequestro de carbono	Deposição de Matéria Orgânica no solo
Caatinga nativa preservada			
<b>Áreas pecuárias</b>			
Caatinga raleada			
Caatinga raleada e enriquecida			
Caatinga raleada, rebaixada e enriquecida			
Pastagem cultivada com alta densidade de árvores			
Pastagem cultivada com baixa densidade de árvores			
Pastagem cultivada sem árvores			
Pastagem cultivada degradada			
Capineira			
Banco de proteína			

<b>SERVIÇOS AMBIENTAIS</b>			
<b>USOS DA TERRA</b>	<b>Biodiversidade vegetal</b>	<b>Sequestro de carbono</b>	<b>Deposição de Matéria Orgânica no solo</b>
<b>Áreas agrícolas</b>			
Monocultura de ciclo curto tradicional			
Monocultura de ciclo curto com práticas conservacionistas			
Policultura de ciclo curto tradicional			
Policultura de ciclo curto com práticas conservacionistas			
Monocultura de ciclo longo tradicional			
Monocultura de ciclo longo com práticas conservacionistas			
Policultura de ciclo longo tradicional			
Policultura de ciclo longo com práticas conservacionistas			
<b>Outras áreas</b>			
Área degradada			

➤ **Descrição dos diferentes usos da terra:**

Caatinga nativa preservada: caatinga com o mínimo de (ou nenhuma) interferência humana, ou seja, que desempenha sua função integralmente.

Caatinga raleada: vegetação com controle seletivo de espécies lenhosas, com o objetivo de reduzir o sombreamento e a densidade de árvores e arbustos indesejáveis.

Caatinga enriquecida: introdução de forrageiras nativas e/ou exóticas adaptadas às condições do sítio ecológico.

Caatinga rebaixada: rebaixamento (corte) por meio de broca manual de espécies lenhosas de reconhecido valor forrageiro.

Pastagem cultivada com alta densidade de árvores: pastagem cultivada com espécies de gramíneas adaptadas ao ecossistema local, com plantação de 200 árvores ou mais por hectare.

Pastagem cultivada com baixa densidade de árvores: pastagem cultivada com espécies de gramíneas adaptadas ao ecossistema local, com plantação entre 1 e 199 árvores por hectare.

Pastagem cultivada sem árvores: pastagem cultivada com espécies de gramíneas adaptadas ao ecossistema local, sem árvores.

Pastagem cultivada degradada: é caracterizada pela perda de vigor, da produtividade, da capacidade de recuperação natural para sustentar os níveis de produção e da qualidade exigida pelos animais e não supera os efeitos nocivos das pragas e doenças invasoras.

Capineira: área destinada à produção de forrageira de corte (gramíneas de alta produção e valor nutritivo).

Banco de proteína: área cultivada com forrageiras de alto valor nutritivo e produtividade (normalmente composta por leguminosas) destinadas a suplementação alimentar dos animais, principalmente, na época seca.

Observações:

- Culturas de ciclo curto são aqui consideradas como aquelas culturas onde a duração de um ciclo é de até 12 meses. Podem ser citadas: milho, feijão, mandioca, sorgo, arroz etc.
- Culturas de ciclo longo são as culturas onde a duração de um ciclo é acima de 12 meses. Exemplo: café, frutíferas.

Monocultura de ciclo curto tradicional: cultivo de uma espécie vegetal de ciclo curto com utilização de implementos agrícolas, queimadas, destoca, sem nenhuma árvore.

Monocultura de ciclo curto com práticas conservacionistas: cultivo de uma espécie vegetal de ciclo curto utilizando o plantio direto, enleiramento, adubação orgânica, rotação e sucessão de culturas etc, com presença de 200 árvores por hectare.

Policultura de ciclo curto tradicional: cultivo de duas ou mais culturas de ciclo curto com utilização de implementos agrícolas, queimadas, destoca, sem árvores.

Policultura de ciclo curto com práticas conservacionistas: cultivo de duas ou mais culturas de ciclo curto com utilização plantio direto, enleiramento dos garranchos, prática de consórcio de culturas, com presença, no mínimo, de 200 árvores por hectare.

Monocultura de ciclo longo tradicional: cultivo de uma espécie vegetal de ciclo longo com utilização de implementos agrícolas, queimadas, utilização de herbicidas e fungicidas etc.

Monocultura de ciclo longo com práticas conservacionistas: cultivo de uma espécie vegetal de ciclo longo que utiliza o plantio direto, adubação verde, culturas em faixas, não utilização de agrotóxicos etc.

Policultura de ciclo longo tradicional: cultivo de duas ou mais culturas de ciclo longo com utilização de implementos agrícolas, queimadas, utilização de herbicidas e fungicidas, não realiza sucessão ou rotação de culturas etc.

Policultura de ciclo longo com práticas conservacionistas: cultivo de duas ou mais culturas de ciclo longo com utilização de plantio direto, adubação verde, culturas em faixas, não utilização de agrotóxicos, consórcio e sucessão de culturas etc.

Área degradada: Áreas sem vegetação, assoreadas e erodidas, sem serventia para fins agrícolas.