

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE GOIÁS-UEG  
CAMPUS MORRINHOS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AMBIENTE E SOCIEDADE-PPGAS**

**AS DIMENSÕES DO VALOR DOS RECURSOS AMBIENTAIS:  
estudo de caso do valor da água na produção de soja**

**Isabel Cristina de Oliveira**

**MORRINHOS  
2016**

**ISABEL CRISTINA DE OLIVEIRA**

**AS DIMENSÕES DO VALOR DOS RECURSOS AMBIENTAIS:  
estudo de caso do valor da água na produção de soja**

**Dissertação de Mestrado apresentada ao  
Programa de Pós-Graduação em Ambiente  
e Sociedade da Universidade Estadual de  
Goiás como requisito para a obtenção do  
título de Mestre em Ambiente e Sociedade.**

**Orientador: Prof. Dr. Aristeu Geovani de Oliveira**

**MORRINHOS  
2016**

Dados Internacionais de Catalogação  
pela Bibliotecária, Maria Lúcia Silva CRB1 -1417

O48d

Oliveira, Isabel Cristina de

As dimensões do valor dos recursos ambientais: estudo de caso do valor da água na produção de soja. – / Isabel Cristina de Oliveira. - 2016.

109 f. il. ; 21cm x 29,7 cm.

Dissertação (Mestre em Ambiente e Sociedade) Programa de Pós-Graduação em Ambiente e Sociedade da Universidade Estadual de Goiás. 2016.

Orientador Prof. Dr. Aristeu Geovani de Oliveira.

1. Economia ambiental neoclássica. 2. Economia ecológica. 3. Valoração ambiental. 4. Serviços ecossistêmicos - Bem-estar. 5. Soja de sequeiro - Produção - Itumbiara/GO.

CDU 504:633.34:330(817.3)

**ISABEL CRISTINA DE OLIVEIRA**

**AS DIMENSÕES DO VALOR DOS RECURSOS AMBIENTAIS:  
estudo de caso do valor da água na produção de soja**

**Dissertação de Mestrado apresentada ao  
Programa de Pós-Graduação em Ambiente  
e Sociedade da Universidade Estadual de  
Goiás como quesito para a obtenção do  
título de Mestre em Ambiente e Sociedade**

**BANCA EXAMINADORA:**

---

**Prof. Dr. Aristeu Geovani de Oliveira  
(Orientador)**

---

**Prof. Dr. Magda Valéria da Silva**

---

**Prof. Dr. Marcelo Dias Paes Ferreira**

**Morrinhos, 12 de agosto de 2016**

**Dedico este trabalho ao meu marido Rafael, à minha filha Yasmim e à minha mãe Auria por todo amor, apoio e fé direcionados a mim, sem os quais não seria possível alcançar o fim desta jornada de crescimento intelectual.**

## AGRADECIMENTOS

A Deus que me deu condições para cumprir as atividades do mestrado e me permitiu concluir esta dissertação, realizada com esforço e muita dedicação. Sem dúvida alguma, foi um período muito difícil, por ter de abdicar de tempo com a família, marido e minha querida filha, ainda tão pequena.

À minha mãe Auria e a meu pai Agaone pelo estímulo e por todo tempo dedicado à minha filha Yasmim, que necessitou de muitos cuidados durante o período em que me dediquei a esta jornada de conhecimento e de crescimento intelectual.

Ao meu marido Rafael pelo amor, incentivo e cumplicidade durante todo o tempo de estudos e por compreender minhas ausências no período em que cursei as disciplinas, sobretudo minhas ausências de “corpo presente”, quando por horas e horas estive imersa em leituras e reflexões exigidas para a produção científica.

Às minhas irmãs Érica e Viviane pela amizade, força e encorajamento nos momentos difíceis, especialmente por acreditarem, mais do que eu mesma, na minha capacidade e no meu potencial.

Ao professor Aristeu Geovani de Oliveira, que com seu bom humor e conversas calmas e tranquilas, ajudou-me a delinear os caminhos a serem percorridos para chegar à essência de uma discussão tão complexa. Também, pelo estímulo à independência e autonomia.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ambiente e Sociedade (PPGAS) pela oportunidade de cursar o mestrado acadêmico.

A todos os funcionários do PPGAS, que na execução de suas tarefas tornam possível o funcionamento deste curso de mestrado.

A todos os professores do PPGAS que, direta ou indiretamente, contribuíram para minha formação.

Ao professor Pedro Rogério Giongo por sua cooperação na produção desta dissertação.

À professora Marta de Paiva Macedo, pela atenção, carinho e dedicação dispensados a mim em tantos momentos. Com certeza, um exemplo de profissional dedicada ao magistério e comprometida com o conhecimento.

À professora Magda Valéria da Silva e ao professor Marcelo Dias Paes Ferreira, quero dizer “muito obrigada” pelas importantes contribuições na qualificação, que ajudaram a sanar dúvidas e a estruturar a discussão pretendida.

Às minhas queridas amigas do mestrado, Ariane e Cristielly, pelas longas conversas, pelos momentos de descontração juntas, pelas trocas de conhecimentos e desabafos, que foram fundamentais para manter o equilíbrio da mente.

A todos os colegas do mestrado, sempre tão companheiros.

Ao Rinaldo (Caramuru Alimentos) pelo tempo e informações repassadas com boa vontade.

A todos os familiares e amigos que me ajudaram e oraram por mim nos momentos de saúde debilitada, principalmente minha mãe Auria, o vovô Damião e a vovó Santana, que me ampararam com seu amor, sua dedicação e fé inabalável.

## RESUMO

A ampliação da demanda por recursos naturais advindas do crescimento econômico tem gerado impactos nocivos ao meio ambiente. Nessa perspectiva, a valoração ambiental tem sido uma forma útil de captação do valor dos recursos ambientais. Entretanto, os métodos de valoração apoiados na Economia Ambiental Neoclássica enfocam apenas o valor econômico dos recursos da natureza. A partir da intensificação do uso dos recursos naturais, da convicção de que os recursos são finitos e que muitos não são substituíveis com base no ideário Economia Ecológica, percebe-se a necessidade de se considerar no processo de valoração, os bens e serviços ecossistêmicos fornecidos pela natureza em razão de sua relação como o bem-estar humano. Desse modo, o presente trabalho teve como objetivo principal discutir as dimensões do valor da água na produção de soja de sequeiro em Itumbiara/GO, tendo como base a capacidade dos métodos convencionais de valoração econômica ambiental de captarem o valor dos ativos ambientais, a partir da exposição dos conceitos da Economia Ecológica e dos valores que essa corrente relaciona aos recursos naturais. A metodologia utilizada foi a revisão bibliográfica teórica e conceitual para análise e comparação de dados relativos à produção e produtividade da soja e precipitação pluviométrica em Itumbiara/GO. O principal resultado deste estudo é que água, atuando como insumo no processo de cultivo de soja de sequeiro em Itumbiara/GO, possui não somente valor econômico, mas também ecológico e sociocultural, que estão profundamente relacionados ao bem-estar humano. Como principal conclusão evidencia-se que se basear apenas na utilidade (Economia Neoclássica), na qual se expressa o valor econômico dos recursos ambientais, não é suficiente para captar o valor total dos bens e serviços ecossistêmicos que são fornecidos ao homem. Assim, a incorporação das dimensões ecológica e sociocultural é tarefa essencial para que os recursos sejam valorados totalmente e possam expressar os benefícios relacionados à provisão dos mesmos. Observando que os impactos ambientais gerados no cultivo de soja refletem-se diretamente na realidade local e que, por isso, devem ser compensados economicamente.

**Palavras-chave:** economia ambiental neoclássica, economia ecológica, valoração ambiental, serviços ecossistêmicos, bem-estar.



## ABSTRACT

The increased demand for natural resources resulted from the economic growth has created harmful environmental impacts. On this perspective, the environmental valuation has been a useful way to capture the natural resources' values. However, valuation methods supported in the Neoclassic Environmental Economy focus only on the economic values of the natural resources. From the increased use of the natural resources, from the certainty that these resources are finite and that many of them are not replaceable according to the ideas of the Ecological Economy, we see the need to consider in the valuation process the goods and services provided by nature, due to its relation with the human well-being. So, the present study aimed to discuss the water value dimensions on the production of the rain fed soybean in Itumbiara/GO, based on the capacity of conventional methods of environmental economic valuation in capturing the rate of environmental assets based on the concepts of Ecological Economy and on the values that this current of thought relates to natural resources. The methodology used was the theoretical and conceptual literature review to analyze and compare data related to the production of soybean, to its yield and to the rainfall in Itumbiara/GO. The main result of this study is that water, acting as an input in the process of the rain fed soybean farming in Itumbiara, has not only economic value but also ecological and sociocultural value, that are deeply related to human well-being. Main conclusion shows that relying only on utility (Neoclassic Economy), which expresses the economic value of environmental resources, is not enough to capture the whole value of ecosystem goods and services that are provided to man. So, the incorporation of ecological and sociocultural dimensions is an essential task so that resources are fully valued and can express the benefits related to their own provision. Noticing that environmental impacts in soybean cultivation are reflected directly in the local community and, due to this, it must be compensated economically.

**Key-words:** neoclassic environmental economy, ecological economy, environmental valuation, ecosystem services, well-being.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

### LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Esboço da relação entre o sistema econômico e o meio ambiente.....	20
Figura 2 - Fluxo Circular da Economia.....	29
Figura 3 - Estrutura para a avaliação integrada e valorização do ecossistema funções, produtos e serviços.....	44

### LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Curva de Kuznets Ambiental.....	23
Gráfico 2 - O equilíbrio da poluição ótima.....	24
Gráfico 3 - Área plantada e produção (t) de soja de sequeiro em Itumbiara/GO.....	75
Gráfico 4 - Produtividade da soja de sequeiro em Itumbiara/GO – 1990 a 2014 (kg/ha).....	76
Gráfico 5 - Alturas pluviométricas 1985 a 2014 e média em Itumbiara/GO.....	78
Gráfico 6 - Média pluviométrica mensal de Itumbiara/GO (1985-2014).....	79
Gráfico 7 - Precipitação pluviométrica e produtividade da soja em Itumbiara/GO (safra 2003/04-2013/14).....	80
Gráfico 8 - Precipitação mensal de out. 2011 a fev. 2012 e média mensal (1985-2014) Itumbiara/GO.....	81
Gráfico 9 - Precipitação pluviométrica mensal de out. 2013 a fev. 2014 e média (1985-2014) em Itumbiara/GO.....	82
Gráfico 10 - Curva de demanda pelo patrimônio natural.....	107

### LISTA DE MAPAS

Mapa 1 - Mapa de localização do município de Itumbiara/GO.....	66
--	----

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Os diferentes tipos de capital de conformidade com a Economia Ambiental Neoclássica e a Economia Ecológica.....	31
Quadro 2 - Elementos que caracterizam a Economia Ambiental e a Economia Ecológica.....	34
Quadro 3 - As funções ecossistêmicas de acordo com suas categorias.....	39
Quadro 4 - Serviços ecossistêmicos de acordo com as categorias.....	41
Quadro 5 - Decomposição do valor econômico de um recurso ambiental.....	47
Quadro 6 - Métodos de Valoração Ambiental.....	48
Quadro 7- Tipos de valores captados pelos métodos de valoração.....	49
Quadro 8 - Estádios de desenvolvimento da soja.....	70
Quadro 9 - Estágios fenológicos da soja, número médio de dias e intervalo de dias em Itumbiara/GO.....	74
Quadro 10 - As funções e serviços ecossistêmicos relacionados à água e determinantes e constituintes do bem-estar.....	87

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Produção de soja: Brasil e unidades da federação (2000 e 2014).....	57
Tabela 2 - Área plantada, produção e rendimento médio da soja em Goiás – 2000 a 2014.....	57
Tabela 3 - Dez municípios maiores produtores de soja em 2013.....	58
Tabela 4 - Grupos de maturação e ciclo (dias) da soja em Goiás.....	71
Tabela 5 - Evolução do cultivo de arroz, feijão, milho, soja e cana-de-açúcar em Itumbiara/GO - 2004 e 2014 (em área plantada em hectares).....	77
Tabela 6 - Área plantada, produção e produtividade da soja em Itumbiara/GO (Safras 2003/04 - 2013/14).....	80
Tabela 7 - Valor da produção de soja em Itumbiara/GO - Safra 2003/04 a 2013/14 (em R\$/ha).....	83

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	13
<b>2</b>	<b>A ECONOMIA AMBIENTAL NEOCLÁSSICA E ECONOMIA ECOLÓGICA:</b> diferentes visões da relação entre economia e os recursos naturais .....	19
2.1	Economia ambiental neoclássica.....	19
2.2	Economia ecológica .....	27
<b>3</b>	<b>AS FUNÇÕES, SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS E AS DIMENSÕES DO VALOR</b> <b>DOS RECURSOS NATURAIS</b> .....	37
3.1	As funções e os serviços ecossistêmicos.....	37
3.2	O valor do meio ambiente .....	42
3.3	Valoração dos recursos ambientais .....	45
3.3.1	Valoração econômica .....	46
3.3.2	Valoração ecológica.....	49
3.3.3	Valoração sociocultural .....	50
<b>4</b>	<b>A PRODUÇÃO DE SOJA EM GOIÁS E OS IMPACTOS SOBRE OS</b> <b>RECURSOS HÍDRICOS</b> .....	52
4.1	A crise hídrica da atualidade .....	52
4.2	A produção agrícola e a demanda por recursos hídricos.....	54
4.3	A produção de soja em Goiás.....	55
<b>5</b>	<b>ESTUDO DE CASO DA AVALIAÇÃO DAS DIMENSÕES DO VALOR DA</b> <b>PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA ASSOCIADA À PRODUÇÃO DE SOJA DE</b> <b>SEQUEIRO EM ITUMBIARA/GO</b> .....	65
5.1	Caracterização da área de estudo .....	65
5.2	As precipitações pluviométricas na produção agrícola .....	67
5.3	Cultivo de soja: fenologia e desenvolvimento .....	69
5.4	A produção de soja de sequeiro em Itumbiara/GO .....	73
5.5	A precipitação pluviométrica e a produção de soja de sequeiro em Itumbiara/GO .....	77

5.6 Análise das dimensões do valor das precipitações pluviométricas na produção de soja de sequeiro: para além de uma visão economicista.....	84
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>89</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>92</b>
<b>ANEXO A – MÉTODOS CONVENCIONAIS DE VALORAÇÃO AMBIENTAL .....</b>	<b>99</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A partir do final dos anos 1960 e início dos anos 1970, a questão ambiental destaca-se como um problema em nível mundial, pois o intenso desenvolvimento econômico e tecnológico, principalmente no pós Segunda Guerra Mundial, redundou em sérios danos ambientais, que poderiam comprometer o bem-estar das futuras gerações e trazer à tona a questão dos limites ao crescimento econômico mundial.

De acordo com Mota (2009), o Relatório *Meadows* (Relatório do Clube de Roma) cujo objetivo foi discutir os problemas globais relacionados ao meio ambiente, foi elaborado em 1968 por cerca de 30 pesquisadores do Clube de Roma, com vistas a avaliar a situação presente e futura do homem. Os limites do crescimento foram representados por cinco elementos principais: i) o crescimento demográfico; ii) a produção de alimentos, iii) o ritmo do crescimento industrial, iv) os níveis de poluição gerados pelo crescimento econômico e v) o consumo de recursos naturais não renováveis.

O relatório indicou que a elevação dos elementos supracitados segue uma tendência exponencial, e que a continuidade do crescimento econômico não seria possível devido à exaustão dos recursos naturais, propondo-se o “crescimento zero” como alternativa. E, no contexto da sustentabilidade do crescimento econômico, Mota (2009, p. 29) afirma que: “Comida, recursos e um ambiente saudável são necessários, mas não são condições suficientes para o crescimento. Até mesmo se eles são abundantes, o crescimento pode ser estancado pelos problemas sociais”. Assim, os limites quantitativos do meio ambiente no mundo devem conduzir a uma revisão do comportamento humano e da sociedade de um modo geral.

Na economia de mercado atual, percebe-se que as atividades econômicas têm pressionado cada vez mais os recursos ambientais, sobretudo, a água, que é matéria-prima em todos os processos de produção. Nesse tipo de economia, conforme Mueller (2007), o homem retira da natureza o capital natural necessário para a produção e devolve poluição e resíduos, que inúmeras vezes esbarram na capacidade de assimilação do meio ambiente. Por isso, emerge uma preocupação como o nível de bem-estar geral do planeta hoje e no futuro.

Nesse contexto, os serviços ecossistêmicos estabelecem uma conexão entre o capital natural e o bem-estar humano, pois fornecem à humanidade diversos bens e serviços, a partir das complexas relações entre os seus componentes, que são elementares para a manutenção da vida, como a regulação do clima, a regulação e ciclagem da água, a ciclagem de nutrientes, e a formação do solo, cujos elementos são essenciais para as atividades agrícolas. Mesmo sendo

fundamental para o sistema econômico e o desenvolvimento, esses bens e serviços, são considerados gratuitos e, portanto, não têm preço definido pelo mercado, o que resulta em desestímulo para a preservação dos mesmos (ANDRADE; ROMEIRO, 2009a; ANDRADE; ROMEIRO, 2009b).

Recentemente, percebe-se uma intensificação dos estudos direcionados à análise da crescente demanda por recursos naturais e seus impactos em termos de degradação ambiental. De Groot *et al.* (2002), com vistas a fazer uma análise econômico-ecológica acerca dos bens e serviços ecossistêmicos e a valoração, realizaram uma classificação, descrição e valoração das funções, bens e serviços ecossistêmicos de forma clara e consistente, posteriormente, ligando essas funções ecossistêmicas aos principais métodos de valoração ecológicas, socioculturais e econômicos.

Devem-se destacar, ainda, análises como “Ecossistemas e o bem-estar humano” feitas pela Avaliação Ecossistêmica do Milênio – AM (2005a), que tem como foco apresentar o motivo pelo qual mudanças nos serviços ecossistêmicos podem afetar o bem-estar humano na atualidade e no futuro. Também enfoca que tipo de ações a serem adotadas em níveis local, nacional e global para melhorar a gestão dos ecossistemas e, dessa maneira, colaborar na melhoria do bem-estar do homem e na redução da pobreza.

Trabalhos mais recentes sobre o valor dos recursos naturais, como o de Oliveira (2010), buscam apreender o valor do clima, representado pela precipitação pluviométrica, a partir da análise da influência da variabilidade e distribuição de chuvas na produtividade no cultivo de arroz de sequeiro. Dessa relação, observou-se que o valor da precipitação na produção agrícola pode ser captado não somente pelo seu valor de uso no processo de cultivo, mas também pelas relações econômicas e socioculturais derivadas da intensidade e utilização de tecnologias no processo de cultivo.

Paiva (2015), em discussão sobre as dimensões do valor dos recursos naturais e os métodos de valoração, afirma que o uso sustentável dos recursos naturais depende de políticas que permitam a análise custo-benefício<sup>1</sup> relacionada à mesma. Devendo-se, assim, considerar as dimensões econômica, ecológica e sociocultural de valor associadas ao recurso natural. Nesse contexto, diferentes métodos de captação desse valor devem ser utilizados,

---

<sup>1</sup> A análise de custo-benefício é relevante no contexto da concepção, formulação e implementação de tomada de decisões relacionadas à política ambiental. Tem como fundamento a Teoria Neoclássica, que se baseia na filosofia individual e na soberania do consumidor. Está implícita a hipótese de que o nível de bem-estar ou a satisfação do consumidor podem ser medidos a partir dos preços que eles estão dispostos a pagar pelo consumo de bens e serviços (MOTA, 2009).



considerando as características dos recursos naturais e os objetivos do estudo, lembrando que não existem métodos que captam o valor total dos ativos ambientais.

A ciência econômica buscou, por meio da base teórica da Economia Neoclássica, metodologias de valoração dos recursos ambientais, que se fundamentam na utilidade direta e indireta, levando em conta seu uso atual e no futuro. Entretanto, de acordo com Andrade e Romeiro (2009a), essa visão é considerada um reducionismo, uma vez que relaciona o valor dos serviços ambientais a valores monetários.

A solução encontrada pela Economia Ambiental Neoclássica tem recebido inúmeras críticas, principalmente da Economia Ecológica, que pode ser sintetizada em alguns pontos principais. Primeiro, o ponto de partida, pois o *mainstream*<sup>2</sup> neoclássico enxerga a economia como um todo, colocando o meio ambiente como parte integrante da economia. Quando na verdade, a economia é parte integrante de um ecossistema global maior (CHECHIN; VEIGA, 2010).

Segundo, a noção de metabolismo, que trata a economia como um sistema isolado, em que nada entra ou sai, e fora do qual não existe nada. A Economia Ecológica, a partir das trocas de matéria e energia, busca deixar clara essa relação entre a economia e o meio ambiente, pois considera que a energia e a matéria (da natureza ou de outro processo produtivo) entram como insumos no processo produtivo, e resultam em produtos finais, resíduos e poluição (DALY; FARLEY, 2004).

Terceiro, o alicerce epistemológico que, na Economia Ambiental, baseia-se na física (mecânica), da qual se abstrai o tempo histórico e acredita-se, segundo Andrade (2010), na reversibilidade dos fenômenos e de que não há perdas irreparáveis, diferentemente do que apregoa a Economia Ecológica, ao afirmar que as transformações qualitativas que ocorrem no processo produtivo têm direção e tempo e são irreversíveis.

Por fim, no processo produtivo, o *mainstream* neoclássico não reconhece as diferenças qualitativas dos fatores de produção, acreditando que os recursos naturais podem ser infinitamente substituíveis pelo capital por meio da inserção de tecnologia. Entretanto, a Economia Ecológica esclarece que devem ser levadas em conta as características únicas presentes em determinados ativos naturais ou serviços ecossistêmicos (CECHIN; VEIGA, 2010).

Dessa forma, acredita-se que considerar apenas a dimensão econômica do valor dos recursos naturais do ponto de vista da Economia Ambiental Neoclássica não é suficiente para

---

<sup>2</sup> Corrente principal.

dar conta das relações complexas que envolvem os benefícios da relação entre homem e o meio ambiente. Entretanto, apesar dessa limitação, a valoração econômica é importante do ponto de vista da tomada de decisões políticas, como a gestão dos recursos ambientais, e também como forma de ressarcir prejuízos oriundos das atividades econômicas. Nesse sentido, o **problema** da pesquisa é identificar dimensões do valor da água na produção de soja que ultrapassem a visão economicista de valor, baseando-se para isso nos pressupostos da Economia Ecológica.

A **hipótese** é que o valor dos bens e serviços ambientais fornecidos pelos ecossistemas ultrapassa a dimensão de valor econômico, pois alcança benefícios relacionados à capacidade de obtenção de materiais básicos para uma vida digna, saúde, boas relações sociais, liberdade de escolha e de ação, conhecimento sobre os ecossistemas, que redundam em valores econômicos, ecológicos e socioculturais.

Por conseguinte, o **objetivo geral** desta dissertação é colocar em pauta a discussão acerca das dimensões do valor da água e sua relação com o bem-estar do homem, a partir de sua entrada como insumo natural na produção de soja de sequeiro, considerando as limitações da capacidade dos métodos convencionais de valoração econômica ambiental de captar o valor dos recursos ambientais. A partir do aporte teórico oferecido pela Economia Ecológica, a principal contribuição será a ampliação da visão das dimensões do valor dos recursos ambientais para além de uma visão economicista, considerando-se para tanto as dimensões econômica, ecológica e sociocultural.

No intuito de sustentar esta discussão, estabeleceram-se os seguintes **objetivos específicos**:

- i. descrever os impactos (danos) ambientais sobre os recursos hídricos decorrentes da produção de soja no estado de Goiás e
- ii. identificar as dimensões do valor da água proveniente do seu valor de uso e de existência, a partir de estudo de caso da produção de soja de sequeiro em Itumbiara/GO com base numa visão econômico-ecológica.

A presente dissertação tem como questão central uma discussão das dimensões do valor da água e sua relação com bem-estar humano por meio da análise da entrada da precipitação pluviométrica como capital natural essencial para a produção agrícola, especificamente, a produção de soja de sequeiro em Itumbiara/GO. Dessa maneira, este trabalho constitui-se fundamentalmente numa pesquisa exploratória baseada em uma reflexão teórica e conceitual de busca de uma identificação dos determinantes e constituintes do bem-estar a partir da provisão de água para os processos agrícolas.

Dessa forma, a **metodologia** do trabalho alicerçou-se em uma revisão teórica a partir de pesquisa bibliográfica, constituída principalmente de livros, artigos de periódicos, sites governamentais (IBGE, IMB, ANA), empresas, fontes estatísticas, entre outros. Sendo também realizado um estudo de caso das dimensões do valor da água na produção de soja de sequeiro no município de Itumbiara (GO).

Assim sendo, para o desenvolvimento da dissertação, inicialmente, fez-se uma revisão teórica e conceitual das duas principais correntes teóricas que tratam da relação entre o sistema econômico e o meio ambiente a Economia Ambiental Neoclássica e a Econômica Ecológica, buscando conhecer a essência e as principais diferenças entre elas.

Em seguida, considerando-se a íntima relação entre os bens e serviços ecossistêmicos e o bem-estar do homem, procurou-se compreender a complexidade que envolve a valoração dos recursos naturais. Para tanto, fez-se uma revisão da abordagem e principais conceitos relacionados aos bens e serviços ecossistêmicos, do valor do meio ambiente e dos métodos de valoração ambiental.

Posteriormente, considerando a crise hídrica atual e o papel essencial da água para a produção econômica e para a manutenção da vida na Terra, buscou-se, a partir de referencial bibliográfico e estatístico, caracterizar a produção de soja em Goiás e compreender seus impactos sobre os recursos hídricos.

Por fim, realizou-se um estudo de caso acerca das dimensões do valor da água associado à produção de soja de sequeiro em Itumbiara/GO. Com base em dados estatísticos, procurou-se verificar a relação entre a entrada da precipitação pluviométrica no cultivo de soja de sequeiro e a produção, produtividade e valor da produção e, a partir dessa relação, identificar o valor econômico da água na produção de soja. Em outras palavras, procurou-se identificar a dimensão do valor econômico da chuva associado à sua utilidade no processo produtivo. E, por meio dos pressupostos da Economia Ecológica, buscou-se, na expressão dos benefícios oriundos da provisão de água para a produção de soja, identificar as dimensões ecológica e sociocultural.

Esta dissertação está dividida em cinco capítulos, distribuídos em conformidade com a sequência a seguir. No capítulo um, fez-se uma apresentação geral da pesquisa desenvolvida. O capítulo dois apresenta uma revisão bibliográfica das duas principais correntes teóricas que se ocupam com a discussão da relação entre o sistema econômico e os recursos ambientais, a Economia Ambiental Neoclássica e a Economia Ecológica. O capítulo três aborda os fundamentos teóricos das funções e serviços ecossistêmicos, do valor do meio ambiente e dos métodos de valoração dos recursos ambientais. No capítulo quatro apresenta-se uma análise

da produção de soja no estado de Goiás e os impactos ambientais relacionados a essa atividade econômica. O capítulo cinco apresenta o estudo de caso que busca avaliar as dimensões do valor da água associada à produção de soja de sequeiro em Itumbiara/GO. Por fim, as considerações finais do trabalho tentam estruturar de forma sistematizada os principais resultados e contribuições alcançados, bem como as principais limitações da pesquisa.

## 2 A ECONOMIA AMBIENTAL NEOCLÁSSICA E ECONOMIA ECOLÓGICA: diferentes visões da relação entre economia e os recursos naturais

A Economia Ambiental Neoclássica e a Economia Ecológica são correntes que se desenvolveram com o objetivo de tratar das relações entre a economia e o meio ambiente, com vistas a dar uma resposta às questões ambientais relacionadas às pressões exercidas pela ampliação do consumo, que exigem cada vez mais fatores de produção e devolvem resíduos oriundos dos processos produtivos.

Dessa maneira, este capítulo faz uma abordagem dos fundamentos básicos da Economia Neoclássica (*mainstream*) ou Economia Convencional, apresentando brevemente as duas correntes que se desdobram a partir de seu aporte teórico, quais sejam a Economia da Poluição e a Economia dos Recursos Naturais. Na sequência, apresentam-se os fundamentos da Economia Ecológica, buscando ressaltar as principais diferenças em relação à Economia Convencional.

### 2.1 Economia ambiental neoclássica

De acordo com Mueller (2007), em discussão sobre a Economia Ambiental Neoclássica, até 1960, para o *mainstream* econômico neoclássico os problemas ambientais não interferiam de forma sistemática no sistema econômico. Acreditava-se que ele era capaz de funcionar da seguinte forma: i) o sistema econômico trabalharia com base em fontes inesgotáveis de insumos materiais; ii) os insumos utilizados no processo de produção converter-se-iam em produtos, sem que nenhum resíduo resultasse deste processo; iii) os produtos ao serem consumidos desapareceriam sem deixar resquícios; iv) as instituições deveriam assegurar que todos os atributos ambientais importantes seriam de propriedade de alguma pessoa, podendo ser livremente transacionados em mercados competitivos.

Cavalcanti (2010, p. 54, grifo do autor), ao tratar criticamente das concepções da Economia Convencional sobre o processo de expansão do sistema econômico, comenta que:

Nesse enfoque (que denomino *visão econômica da economia*), o sistema econômico não encontra limites onde esbarrar. Ele pode tudo. É autossuficiente. Sua expansão não envolve custos de oportunidade<sup>3</sup>. Ou seja, não há trocas ou desgastes decorrentes de mais economia que precise destruir recursos, seja para extração, seja para despejo do lixo em que

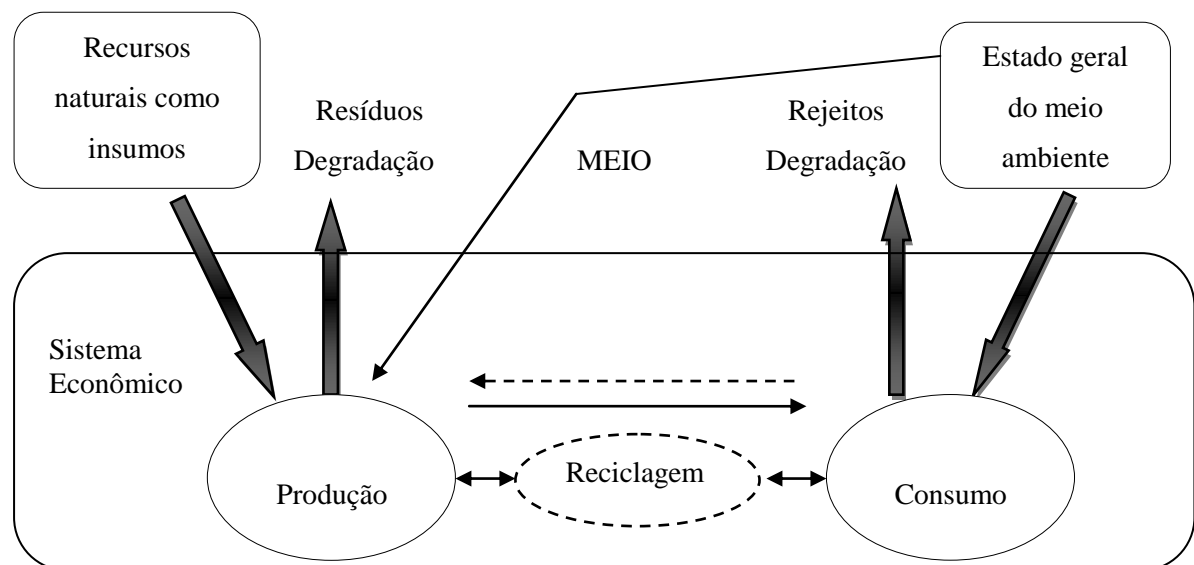
<sup>3</sup> Custos de oportunidade são os custos associados às oportunidades perdidas (PINDYCK; RUBINFELD, 2002). No item 2.2 há um exemplo de custo de oportunidade.

irremediavelmente termina o processo econômico. A economia ortodoxa trata impactos ambientais, se porventura deles se ocupa, como fenômenos externos ao sistema econômico, vistos como falhas de mercado<sup>4</sup>. Para ela, as externalidades podem, com métodos adequados, ser internalizadas no sistema de preços: uma forma, supõe, de corrigir as falhas de mercado.

Nessa perspectiva, a Teoria Ambiental Neoclássica surge quando o *mainstream* econômico foi impelido a considerar a questão ambiental em seu esquema analítico, devido a uma nova visão da relação entre a economia e o meio ambiente, oriunda, sobretudo, do já mencionado relatório do Clube de Roma<sup>5</sup>, que afirmava o crescimento zero como forma de impedir uma catástrofe ambiental.

É fato que do sistema econômico procede a principal fonte de pressão sobre o meio ambiente, reconhece-se, assim, que os recursos naturais são retirados do meio ambiente e devolvidos na forma de rejeitos e resíduos oriundos dos processos de produção e consumo, conforme pode ser visualizado na figura 1, que representa um esboço das relações do sistema econômico com o meio ambiente.

**Figura 1 – Esboço da relação entre o sistema econômico e o meio ambiente.**



Fonte: Adaptado de Mueller (2007).

<sup>4</sup> Quando o mercado não é eficiente, tem-se o que é conhecido por falha de mercado. Uma das suas principais causas é o fato de que as ações de alguns indivíduos têm efeitos colaterais sobre o bem-estar de outros indivíduos, o que o mercado não leva em conta. O exemplo mais conhecido é o da poluição (KRUGMAN; WELLS, 2007).

<sup>5</sup> O relatório do Clube de Roma que trata dos limites do crescimento econômico foi apresentado na introdução do trabalho.

A compreensão de que o meio ambiente fornece materiais e também atua como receptor de resíduos faz emergir a preocupação por parte da economia com questões relacionadas à escassez crescente de recursos e com a poluição advinda do sistema produtivo, assim também como a possibilidade de que os ecossistemas não conseguiriam assimilar os resíduos oriundos desse processo (MUELLER, 2007).

No mesmo sentido, Romeiro (2010), em seu estudo intitulado *Economia ou Economia Política da Sustentabilidade*, diz que para a Economia Ambiental, os recursos naturais – enquanto insumos e capacidade de assimilação de impactos dos ecossistemas – não são vistos como limites absolutos ao crescimento da economia no longo prazo. Nas primeiras representações analíticas da realidade da economia, os recursos naturais não apareciam. Na especificação da função de produção, eram considerados como insumos apenas capital e trabalho<sup>6</sup>. A economia funcionava sem recursos naturais, deixando subentendida a ideia de que os recursos naturais eram infinitos. Com o tempo, os recursos naturais foram incluídos na função de produção<sup>7</sup>, mas considerando-se a possibilidade de perfeita substituição entre capital, trabalho e recursos naturais<sup>8</sup>.

Romeiro (2010, p. 9), ao discorrer sobre a expansão da economia e sua relação com os recursos da natureza, explana que:

[...] o sistema econômico é visto como suficientemente grande para que a disponibilidade de recursos naturais (RN) se torne uma restrição à sua expansão, mas uma restrição apenas relativa, superável indefinidamente pelo progresso científico e tecnológico [...]. Tudo se passa como se o sistema econômico fosse capaz de se mover suavemente de uma base de recursos para outra à medida que cada uma é esgotada, sendo o progresso científico e tecnológico a variável chave para garantir que esse processo de substituição não limite o crescimento econômico a longo prazo.

Romeiro e Maia (2011), ao tratar da visão Neoclássica acerca da problemática ambiental, afirmam que, na literatura, tal percepção ficou conhecida pelo conceito de sustentabilidade fraca<sup>9</sup>, que parte do pressuposto de que o investimento, ou seja, a troca de

---

<sup>6</sup> A função de produção era determinada por  $Y = f(K, L)$ , onde  $Y$  = produto;  $K$  = capital e  $L$  = trabalho (ENRÍQUEZ, 2010).

<sup>7</sup> A função de produção passa a ser determinada por  $Y = f(K, L, R)$ , onde  $Y$  = produto;  $K$  = capital;  $L$  = trabalho e  $R$  = capital natural (ENRÍQUEZ, 2010).

<sup>8</sup> A ideia apresentada nesse contexto é de que a quantidade de recursos naturais ( $R$ ) necessária pode ser tão pequena quanto se deseja desde que a quantidade de capital ( $K$ ) seja suficientemente grande (ROMEIRO, 2010).

<sup>9</sup> Para a Economia Ecológica, que será abordada mais adiante, é preciso adotar um conceito de sustentabilidade forte, entretanto, conforme Romeiro e Maia (2011), não existe sentido falar em sustentabilidade forte ou fraca, apenas em sustentabilidade.

capital natural (KN)<sup>10</sup> por capital (K) compensa as futuras gerações pelas perdas de ativos derivadas do consumo e produção correntes. Essa ideia tem sofrido críticas tanto em relação às hipóteses assumidas quanto em termos de inconsistência metodológica.

Conforme Romeiro e Maia (2011), no primeiro caso, verifica-se não ser possível que o capital produzido possa substituir serviços fundamentais providos por determinadas categorias de recursos naturais. Pela abordagem da sustentabilidade fraca, não se reconhece as propriedades exclusivas de determinados recursos naturais, que não são produzidos pela ação humana e não podem ser substituídos. E além disso, Romeiro (2010) complementa que o consumo de capital natural poderá ser irreversível.

Já a inconsistência metodológica fica explícita na valoração do capital, pois sugere uma agregação pela combinação de capital produzido e capital natural, exigindo um numerário comum fundamentado no sistema de preços corrente. Contudo, o sistema vigente de preços não é capaz de apreender os diversos aspectos ecossistêmicos<sup>11</sup>, que consistem no problema original da valoração dos recursos naturais. Um sistema de preços adequado deveria levar em consideração como cada um dos bens seria afetado se todas as funções ecossistêmicas fossem monetizadas. Portanto, o problema da circularidade<sup>12</sup> faria do uso dos preços de mercado um processo bem questionável na determinação da sustentabilidade de uma economia (ROMEIRO; MAIA, 2011).

Romeiro (2010) afirma que, para a Economia Ambiental, a ampliação indefinida dos limites ambientais ao crescimento econômico acontece através dos mecanismos de mercado. Com relação aos bens ambientais transacionados no mercado (insumos materiais e energéticos), a escassez teria como reflexo uma elevação do seu preço, o que levaria à introdução de uma inovação para que ele fosse poupado ou até substituído por um recurso abundante. Já para os serviços ambientais não transacionados no mercado (natureza de bens públicos), como água, ar, ciclos bioquímicos globais de sustentação da vida, capacidade de assimilação de rejeitos, esse mecanismo de mercado falha. Dessa maneira, à medida que a escassez do recurso se eleva, é preciso que haja intervenção a partir da disposição a pagar por tais serviços ambientais.

---

<sup>10</sup> De acordo com Daly e Farley (2004), o capital natural é um estoque (*stock*) que rende um fluxo de serviços naturais e recursos naturais tangíveis, por exemplo, energia solar, terra, minerais e combustíveis fósseis, água, organismos vivos, e os serviços proporcionados pelas interações de todos estes elementos nos sistemas ecológicos.

<sup>11</sup> De acordo com Romeiro (2010), a valoração não consegue captar boa parte dos serviços ecossistêmicos em razão do desconhecimento do ecossistema em questão e das funções que lhes são inerentes e que, a partir das quais, originam serviços.

<sup>12</sup> Explicação de preços em termos de outros preços (HUNT, 2013).

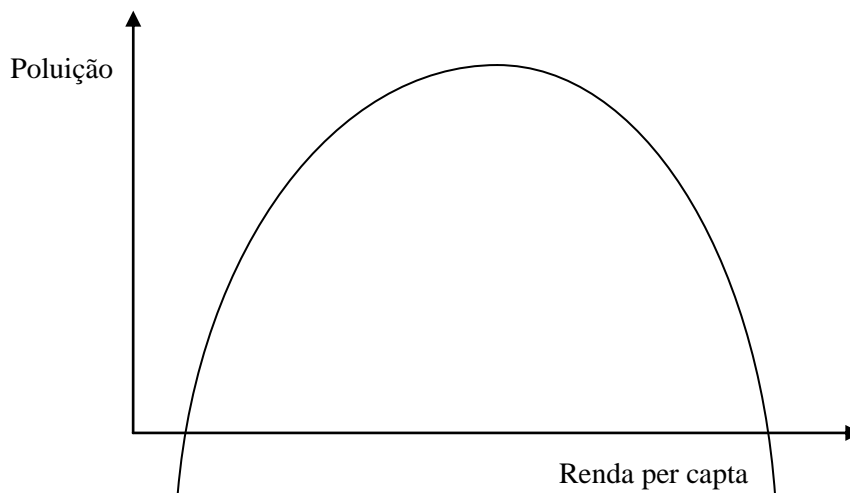


Romeiro (2010, p. 10) discorrendo sobre a relação entre os serviços ambientais e a poluição, explica que:

Empiricamente teria sido observado que a evolução natural das preferências dos indivíduos em função do próprio processo de crescimento econômico seria no sentido de uma menor tolerância a esta escassez crescente desses serviços devido à poluição, configurando o que pode ser expresso como uma curva de Kuznets<sup>13</sup> ambiental: à medida que a renda per capita se eleva com o crescimento econômico a degradação ambiental aumenta até certo ponto, a partir do qual a qualidade ambiental começa a melhorar.

Dessa situação, apreende-se que, nos estágios iniciais do processo de desenvolvimento econômico, a elevação da degradação do meio ambiente é acolhida como algo que é ruim, mas que não pode ser evitada. No entanto, à medida que o nível de bem-estar econômico melhora, em algum momento desse processo, a população passa a se sensibilizar e se dispõe a pagar pela melhoria da qualidade do meio ambiente, levando à introdução de inovações institucionais e organizacionais para corrigir as falhas de mercado em virtude do caráter público da maioria dos serviços ambientais (ROMEIRO; MAIA, 2011). A curva de Kuznets ambiental pode ser visualizada no gráfico 1.

**Gráfico 1 – Curva de Kuznets Ambiental**

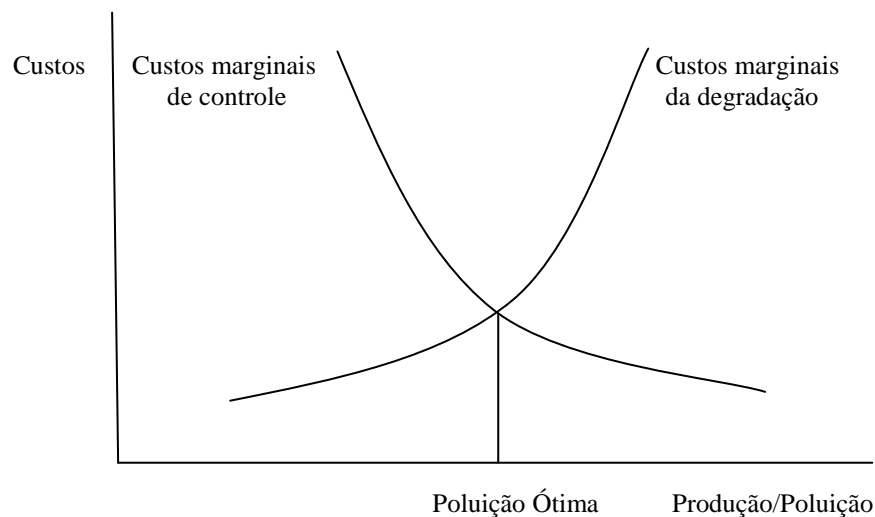


Fonte: Romeiro e Maia (2011, p. 16).

<sup>13</sup> A “Curva de Kuznets” foi elaborada para expressar a hipótese de que a elevação da desigualdade de renda é uma tendência natural nos primeiros ciclos do desenvolvimento, mas que, ao longo do tempo, é reversível, pois as próprias forças de mercado acabariam por reduzir as desigualdades quando uma nação alcança determinado limiar de renda per capita. Já a curva de Kuznets ambiental, segundo Romeiro (2010), tem sua origem num trabalho de Kuznets que apresentava empiricamente a existência de uma curva em forma de U invertido que correlacionava o crescimento econômico e a distribuição de renda.

Diante das considerações anteriores, as soluções seriam criar as condições para o livre funcionamento dos mecanismos de mercado: i) diretamente pela eliminação do caráter público de bens e serviços ambientais por meio da fixação de direitos de propriedade (negociação coaseana), implicando a privatização de recursos como água, ar, entre outros, o que poderia levar a muitos entraves, tais como o alto custo de transação devido a processo de barganha que abarcaria centenas ou até milhares de agentes; ii) indiretamente pela valoração econômica da degradação dos bens e imposição desses valores pelo Estado a partir de taxas (taxação pigouviana), que pressupõe a possibilidade de calcular esses valores por meio de uma curva marginal de degradação ambiental. O gráfico 2 expõe o equilíbrio de poluição ótima (ROMEIRO, 2010).

**Gráfico 2 – O equilíbrio da poluição ótima**



Fonte: Romeiro (2010).

A criação de valores a partir de uma curva marginal de degradação ambiental (gráfico 2) criaria para o agente econômico um *trade-off* entre custos (marginais) de controle da poluição e os custos marginais dos impactos ambientais (externalidades) devido às suas atividades produtivas, que o agente seria obrigado a internalizar a partir do pagamento de taxas correspondentes. Assim, o agente econômico busca minimizar seu custo total representado pela soma dos gastos para controlar a poluição (custo de controle) com os gastos para pagamento de taxas por poluir (custo de degradação). O ponto de equilíbrio é identificado como ponto de poluição ótima (ROMEIRO, 2010).

Diante do exposto, Romeiro e Maia (2011) apregoam que uma curva suave de custos marginais de degradação constitui-se numa ficção, uma vez que a evolução dos impactos

ambientais podem não ser previsíveis. Apesar disso, afirmam que uma política ambiental que busque mais eficiência é a que permite aos agentes econômicos internalizar por meio da taxação (precificação) os custos da degradação causada pela produção econômica. Dessa forma, conforme Romeiro e Maia (2011, p. 15), deve-se destacar que, para a Economia Ambiental Neoclássica: “[...] a valoração econômica do meio ambiente (precificação) é, teoricamente, condição necessária e suficiente de política pública capaz de resolver o problema ambiental.”

De acordo com Amazonas (2001), para a Economia Ambiental, não são critérios biofísicos – técnico-científicos, ambientais, que serão usados para disciplinar e regular a atividade econômica, mas critérios econômicos a partir da valoração de bens e serviços ambientais. Percebe-se, dessa forma, a predominância da lógica econômica sobre a lógica ambiental, destacando-se o papel que a valoração passa a ter nesse processo.

Nesse sentido, a Economia Ambiental Neoclássica desenvolveu-se em dois aportes distintos, com base em tratamentos teóricos diferenciados, que são a Economia dos Recursos Naturais e a Economia da Poluição. Para a primeira, os recursos naturais são tratados como ativos financeiros para o processo de produção. O uso dos recursos naturais constitui-se um problema de alocação intertemporal do uso dos estoques de recursos naturais com base na formulação de *Hotelling*<sup>14</sup>, a qual diz que, para seguir uma trajetória ótima, os preços dos recursos exauríveis devem evoluir no mesmo ritmo que a taxa de desconto, que deve se igual à taxa de juros do mercado (ENRIQUEZ, 2010). Portanto, pode-se extrair um estoque de recurso natural presentemente ou preservá-lo para ser extraído no futuro.

A segunda está baseada no *Welfare Economics*, desenvolvido por Pigou (1920)<sup>15</sup>, que se configura na determinação expressa em termos de valores monetários, dos custos sociais advindos da degradação dos recursos naturais (as externalidades), que deverão ser

---

<sup>14</sup> Sobre o modelo de *Hotelling* (1931), também se deve destacar que os recursos guardados em estoque devem ser tão atrativos quanto qualquer outro ativo. Dessa maneira, o ganho de capital será igual ao custo de oportunidade, ou seja, igual ao rendimento que outra aplicação proporcionaria, sendo igual à taxa de juros de mercado. E o esgotamento da reserva reflete em escassez da oferta ao longo do tempo, o que reduz a procura, uma vez que o preço se eleva no mesmo ritmo que a taxa de juros. Quando o recurso se esgota, o preço torna-se máximo e a procura cessa. Algumas limitações podem ser apontadas sobre esse modelo: a) a existência de falhas de mercado, como mercados imperfeitos (monopólios e oligopólios) e externalidades; b) a falta de informações sobre a demanda futura leva à adoção da hipótese de que esta seja igual à demanda presente; c) comprometimento da possibilidade de se assegurar que os recursos sejam compatíveis com a otimização do bem-estar social devido à discrepância entre a taxa de desconto social e de mercado; d) existência de tecnologia de fundo (alternativa mais cara para produzir um substituto para o recurso em questão) (ENRIQUEZ, 2010).

<sup>15</sup> De acordo com Cánepa (2010), ao discorrer sobre a economia da poluição, Arthur Cecil Pigou foi pioneiro no estudo da poluição, no princípio do século XX. Para a abordagem pigouviana, o dano causado pela poluição configura-se como custo social (externalidade negativa), que resulta da atividade econômica de um agente, gerando um custo, que outro agente tem que pagar. Por exemplo, uma fábrica de cimento que emite fumaça por sua chaminé e gera custos adicionais a outros empreendimentos, como uma lavanderia ou aos moradores próximos.

internalizadas pelos agentes geradores do dano ao meio ambiente, o que levaria a uma situação de “ótimo social” (AMAZONAS, 2001).

Ainda, segundo Amazonas (2001), é importante mencionar que, no que diz respeito às preocupações relativas à justiça e equidade social, a Economia dos Recursos Naturais não dá importância a essas questões, por acreditar que o nível de progresso técnico e a substituição entre recursos podem superar tais limitações. Já para a Economia da Poluição, tais preocupações são tratadas por meio da valoração dos bens e serviços ambientais e pela sua internalização. Assim, apesar de suas construções teóricas serem distintas, são complementares na sua finalidade.

A Economia Neoclássica procurou tratar, por meio do sistema de preços de mercados ou hipotéticos, as questões relativas aos problemas ambientais. Os recursos ambientais seriam utilizados da melhor maneira possível em termos social (de forma ótima), a partir da internalização dos valores relativos às externalidades e trazendo o valor futuro dos recursos naturais para o presente através da taxa de desconto. Por isso, os problemas do meio ambiente estariam restringidos ao socialmente desejado, não sendo necessário, impor limitações ao crescimento econômico. O foco da Economia Neoclássica passa a ser como determinar os valores dos recursos ambientais, de modo que sejam internalizados (AMAZONAS, 2001).

No que diz respeito à problemática ambiental, a valoração ambiental passa a ter um papel central na visão neoclássica. E como bens e serviços ambientais constituem-se em bens públicos, não existindo preços de mercado que indiquem o seu valor, a economia neoclássica passa a desenvolver métodos para identificar esses valores (AMAZONAS, 2001).

De acordo com Amazonas (2001, p. 17, grifo do autor):

A Economia Neoclássica, construída sobre os fundamentos do Utilitarismo, do Individualismo Metodológico e Equilíbrio, define-se por ter como unidade constitutiva básica uma racionalidade de maximização das utilidades dos indivíduos, manifestas por suas *preferências individuais*, com a resultante determinação do uso “ótimo” ou “eficiente” dos recursos, resultado este entendido como *equilíbrio*. O tratamento que a Economia Neoclássica irá desenvolver para a Questão Ambiental, por coerência, também será baseado nesta mesma racionalidade. Os valores econômicos em geral, sejam estes manifestos como preços de mercado ou não, serão assim na visão neoclássica fundamentados e expressões das utilidades ou preferências dos indivíduos, ou seja, terão nestas, a sua “substância”. E tal serão também os Valores Ambientais nesta visão.

Diante do exposto, pode-se apreender que, a Economia Ambiental Neoclássica busca, nos fundamentos de sua base teórica, os elementos para resolver os problemas relacionados ao

meio ambiente. Neste sentido, é importante destacar que a Economia Neoclássica, como base para a análise da questão ambiental, principalmente no que diz respeito à valoração ambiental, não é suficiente para dar conta da complexidade que envolve a problemática da degradação ambiental oriunda do sistema econômico. Tal complexidade transcende a esfera do econômico e alcança as dimensões sociocultural e ecológica, exigindo-se, portanto, um aporte teórico que ofereça uma visão holística da relação entre o homem e a natureza.

Assim, na próxima subseção, visando embasar a estrutura analítica deste trabalho, apresenta-se a Economia Ecológica, base teórica na qual se sustenta esta dissertação, sobretudo no que se refere às relações intrínsecas presentes entre o sistema econômico e sua relação com a natureza, bem como uma proposta de visão de mundo mais ampla que apreenda o melhor possível a questão da valoração dos recursos da natureza.

## **2.2 Economia ecológica**

A Economia Ecológica é uma área do conhecimento relativamente nova, sendo estruturada formalmente no ano de 1989 com a fundação da *Society for Ecological Economics* (ISEE) e com o periódico *Ecological Economics* (ROPKE, 2004). Este corrente teórica aparece com uma proposta de compreensão do sistema econômico como um subsistema de um sistema maior, dentro do qual ocorrem trocas de matéria e energia para a produção de bens e de serviços, incluindo-se em sua análise, as leis da termodinâmica, a preocupação com a escala do sistema econômico, bem como distribuição justa e alocação eficiente.

Deve-se destacar que esta teoria enfoca a questão ambiental enquanto matéria transdisciplinar, envolvendo diversas áreas do conhecimento na busca por soluções para os problemas ambientais. Desse modo, os fundamentos nos quais se assentam a Economia Ecológica, assim como suas distinções em relação à Economia Ambiental Neoclássica serão aqui expostos na sequência (ANRADE, 2008).

Cechin e Veiga (2010), ao discorrer sobre os fundamentos da Economia Ecológica, afirmam que uma das principais distinções entre a Economia Ambiental e a Ecológica está justamente no ponto de partida, uma vez que, a primeira vê a economia como um todo, colocando a natureza, o meio ambiente, ou a biosfera como parte integrante da economia. Já a segunda vê a economia como parte de um todo bem mais amplo, que a envolve e sustenta – o ecossistema global. Dessa forma, conforme Cechin e Veiga (2010, p. 34): “A economia é vista dessa última perspectiva como um subsistema aberto de um sistema bem maior, que é finito e não aumenta. É materialmente fechado, mesmo que aberto para a energia solar.”.

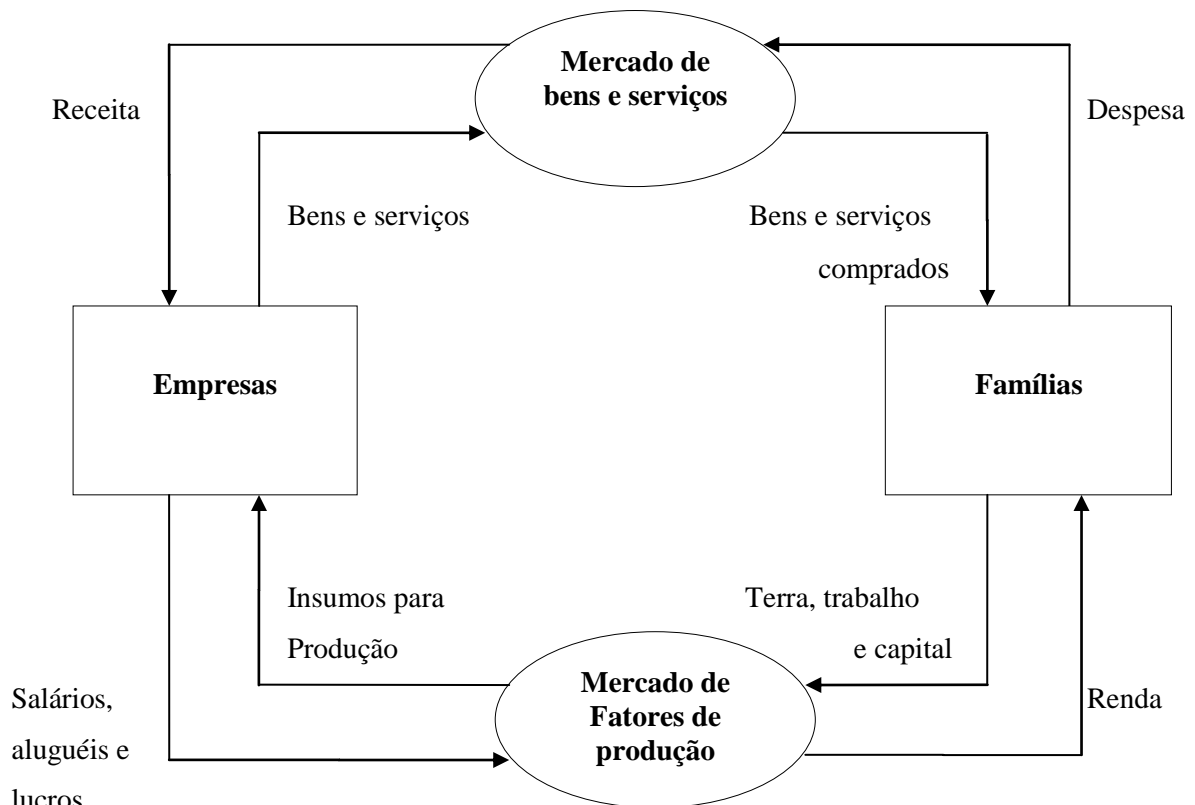
Desse modo, é importante diferenciar sistemas isolados, abertos e fechados. De acordo com Daly e Farley (2004), em estudo sobre a Economia Ecológica, nos sistemas abertos há troca de matéria e energia com o meio ambiente, como é o caso da economia. No sistema fechado há apenas importações e exportações de energia; a matéria circula dentro do sistema, mas não através dele. A terra, por exemplo, se aproxima de um sistema fechado, pois não troca quantidades significativas de matéria com espaço exterior, eventualmente entra um meteoro ou um foguete não retorna. Já o sistema isolado é aquele em que nem matéria nem energia entram ou saem. Um exemplo é o universo como um todo.

Nesse contexto, como já tratado anteriormente, para a Economia Convencional, não existem limites impostos pelo meio ambiente à expansão da atividade humana. Contudo, sendo a economia um subsistema aberto dentro de um sistema fechado, qualquer expansão econômica representa um custo. Daí a importância de se tratar do custo de oportunidade, que diz respeito à melhor alternativa não escolhida. Por exemplo, se um agricultor corta uma floresta com vistas à expansão de área plantada, como consequência perde a madeira, a lenha, e a purificação da água, que seria o próximo melhor uso da terra. Assim, o valor da madeira, lenha, e purificação da água é o custo de oportunidade da expansão das terras cultiváveis (DALY; FARLEY, 2004).

De acordo com Cechin e Veiga (2010), o reducionismo que a Economia Ambiental Neoclássica assume, torna-se claro pelo diagrama do fluxo circular da economia, em que as empresas produzem bens e serviços a partir dos fatores de produção como trabalho, terra e capital. O consumo de bens e serviços produzidos pelas empresas é feito pelas famílias, que compram das empresas nos mercados de bens e serviços. No mercado de fatores de produção, vedem-se os insumos usados na produção, que são comprados pelas empresas. No circuito interno do diagrama, apresentam-se os fatores passando das famílias para as empresas, e os bens e serviços passando das empresas para as famílias. O circuito externo mostra o fluxo monetário.

Assim sendo, verifica-se que no diagrama do fluxo circular da economia mostra como circulam produtos, insumos e dinheiro entre empresas e famílias no mercado de fatores de produção e de bens e serviços, como se pode verificar na figura 2.

**Figura 2 – Fluxo Circular da Economia**



Fonte: Adaptada de Cechin e Veiga (2010).

Ainda, conforme Cechin e Veiga (2010), o alicerce epistemológico supracitado não é capaz de refletir a realidade de qualquer economia, pois parte-se do pressuposto de que a economia é um sistema isolado em que nada entra ou sai, e fora do qual não há nada. Trata-se uma representação interna do dinheiro e dos bens sem que haja absorção de materiais e resulte em liberação de resíduos.

Conforme Cechin e Veiga (2010), a Economia Neoclássica, com base na física (mecânica), não reconhece os fluxos de matéria e de energia que entram e saem dos processos de produção, bem como as diferenças qualitativas entre o que entra e o que sai, parte da ideia de reversibilidade de todos os movimentos e abstrai o tempo histórico (não existe passado nem futuro).

Para Andrade (2008), em estudo sobre a economia e o meio ambiente, a Economia Ecológica, admite a relevância dos fluxos materiais e energéticos para a análise do funcionamento do sistema econômico. Nessa perspectiva, considera-se que a economia é, em si, um processo físico e, dessa forma, a Economia Ecológica considera em sua análise as leis

da termodinâmica<sup>16</sup> e como elas impactam na dinâmica econômica. Notadamente, a lei da conservação da matéria e energia (primeira lei da termodinâmica) e lei da entropia (segunda lei da termodinâmica), relacionam-se ao conceito de escassez, problema fundamental da economia.

A primeira lei da termodinâmica apregoa que as quantidades de matéria e energia do universo não são criadas ou destruídas, permanecem constantes (DALY; FARLEY, 2004). Tal fato é, inúmeras vezes, negligenciado por alguns modelos econômicos, o que acaba por levar a resultados em sentido contrário a esse princípio. A afirmação de que nada se perde e nada se cria, reafirma o fato de que a base material em que se reproduz o sistema econômico é finita, e desse modo, uma expansão contínua do mesmo não é possível (ANDRADE, 2008).

Sobre a lei de entropia, Daly e Farley (2004) dizem que a matéria e a energia do universo dirigem-se de forma inexorável para um estado menos útil (menos ordenado). Logo, no fluxo entrópico matéria e energia tornam-se menos úteis. Por exemplo, um animal alimenta-se e excreta resíduos, esses resíduos não podem ser reaproveitados para sua alimentação.

Ou seja, a energia do universo, ainda que permaneça constante, passa por um processo de mudança de um estado disponível para um estado indisponível, que não é reversível. Ocorre um processo continuado de elevação da entropia<sup>17</sup> do universo e a energia que se perde não está mais disponível para a realização de trabalho útil, e tal processo de dissipação energética é dado pela lei da entropia. Logo, por essa lei demonstra-se que a escassez de matéria e energia, sobretudo, no longo/longuíssimo prazo, é irreversível (ANDRADE, 2008).

Nicholas Georgescu-Roegen (1906 – 1994) foi quem melhor mostrou, inicialmente, a incompatibilidade do pressuposto básico da Economia Ambiental Neoclássica com a física (mecânica). Para explicar essa situação, deve-se lançar o olhar sobre o principal alicerce da Economia Ecológica, o qual afirma que o sistema econômico mantém-se a partir de energia e matéria de baixas entropias, gerando como subprodutos resíduos de alta entropia e, por conseguinte, não se constitui como um motor perpétuo (CECHIN; VEIGA, 2010). Conforme Daly e Farley (2004), os economistas, ao se basearem no fluxo circular, ignoraram totalmente o fluxo metabólico, pois partiram da ideia de que a economia é o todo e que se tratava de uma máquina que poderia se movimentar perpetuamente.

---

<sup>16</sup> A termodinâmica estuda as relações entre energia, calor e trabalho (CECHIN; VEIGA, 2010).

<sup>17</sup> De acordo com Cechin e Veiga (2010, p. 36), a energia e matéria aproveitáveis são de baixa entropia e que, quando utilizadas na manutenção da organização do próprio sistema, são dissipadas, tornando-se, portanto, de alta entropia. Os organismos vivos existem, crescem e se organizam importando energia e matéria de qualidade de fora de seus corpos, exportando a entropia.



Cechin e Veiga (2010, p. 37-38) complementam essa ideia ao afirmar que:

As transformações qualitativas promovidas pelo processo econômico têm direção no tempo e são irreversíveis. O sistema produtivo transforma matéria-prima em produtos, que a sociedade valoriza, e gera algum tipo de resíduo, que não entra de novo na cadeia. Se a economia capta recursos de qualidade de uma fonte natural, e depois devolve resíduos sem qualidade à natureza, então não é possível tratá-la como um ciclo isolado.

Sobre o processo produtivo, para Cechin e Veiga (2010), o *mainstream* econômico não reconhece as diferenças qualitativas inerentes aos fatores de produção, como já mencionado. Também, o que se denomina produção deveria ser chamado transformação, pois necessário se faz distinguir o que entra e sai relativamente inalterado do processo produtivo do que sofre transformação. O quadro 1 apresenta os diferentes tipos de capital de conformidade com a Economia Ambiental Neoclássica e a Economia Ecológica.

**Quadro 1 - Os diferentes tipos de capital de conformidade com a Economia Ambiental Neoclássica e a Economia Ecológica**

<b>Economia Ambiental Neoclássica</b>	<b>Economia Ecológica</b>
<b>Capital Manufaturado</b>	<b>Capital Produzido (Manufaturado):</b> estoque de máquinas e equipamentos, de construções, de infraestrutura etc.
<b>Trabalho</b>	<b>Capital Humano:</b> trabalho físico e capacitação/habilidades.
<b>Terra</b>	<b>Capital Natural:</b> energia e materiais da natureza, como condições climáticas e características ecossistêmicas.
	<b>Capital Social:</b> Relações interpessoais, instituições.

Fonte: Oliveira (2016) adaptado de Mueller (2007).

Observa-se, a partir da identificação da forma como são vistos os ativos naturais incorporados no processo produtivo, que a Economia Ecológica tem uma visão bem mais abrangente de capital que a usada pela análise econômica convencional, pois leva em consideração as características e importância dos diferentes tipos de capital existentes.

A energia e os materiais vindos diretamente da natureza ou de outro processo produtivo são transformados em produtos finais, em resíduos e em poluição, uma vez que, no processo produtivo, existem fluxos de entrada (materiais e energia) e de saída (produtos e

resíduos). Os fluxos são as substâncias materiais e a energia que cruzam a fronteira do processo produtivo, e apenas os elementos que fluem no processo podem ser fisicamente incorporados ao fluxo de produtos finais (CECHIN; VEIGA, 2010).

Ainda, conforme Cechin e Veiga (2010), a Economia Ambiental Neoclássica trata os fatores de produção como se fossem de natureza semelhante. Aqui está um dos problemas elementares dessa abordagem, pois supõe que a substituição entre fatores não tem limites e que o fluxo de recursos naturais pode ser fácil e indefinidamente substituído pelo capital. Dessa forma, a substituição acontecerá quando um fator de produção se torna relativamente escasso em relação aos outros e, assim, mais caro, o que faz com que a sua participação no processo produtivo se reduza como reflexo da elevação do seu preço. No entanto, o papel de cada um dos fatores de produção é diferente em qualquer processo de transformação. Dessa forma, a elevação da quantidade de um fator, como capital, estando ausente outros como energia não representa acréscimo na atividade.

De acordo com Daly e Farley (2004), na questão da não substituíbilidade perfeita entre capital natural e os demais, as análises devem considerar as características inerentes aos recursos naturais, que são de dois tipos, podendo ser classificados como causa material e causa eficiente. Os recursos classificados como causa material são os que são materialmente transformados em produtos voltados para o consumo, tais como aço, energia.

Já os recursos causa eficiente (trabalho, capital) são os usados na transformação da matéria-prima em bens e serviços, não sendo, portanto, materialmente transformados naquilo que produz, como máquinas, equipamentos, etc. Dessa forma, a classificação dos recursos tem influência direta na determinação na escala de seu uso, uma vez que, os recursos causa material consumidos podem ser esgotados mais depressa que os causa eficiente, pois, são instrumentos empregados para a produção de bens e serviços (DALY; FARLEY, 2004).

Com base na preocupação em relação ao caráter finito dos recursos naturais, o conceito de escala, como tamanho físico da economia ou sistema econômico que existe dentro de um sistema maior que o sustenta, tem importância basilar para a Economia Ecológica (ANDRADE, 2008). Daly (1992), ao discorrer sobre a alocação, distribuição e escala para uma economia justa e sustentável, diz que os limites ao crescimento, com base na escassez dos recursos naturais e sua capacidade de suporte, constituem uma realidade. Neste sentido, não se pode afirmar que os recursos da natureza podem ser superados pelo progresso tecnológico. Além dos mecanismos tradicionais de alocação e distribuição usados pela

economia, a Economia Ecológica acrescenta o conceito de escala, com relação à quantidade física de matéria e energia que são utilizadas da expansão econômica (*throughput*)<sup>18</sup>.

Cechin e Veiga (2010) contribuem para a análise em torno da escala ao dizer que é exatamente o tamanho físico da economia em relação ao ecossistema que distingue a Economia Ecológica. As questões fundamentais dessa corrente são: qual a escala do subsistema econômico em relação à ecossistêmica? qual a sua escala máxima? há uma escala ótima a partir da qual os custos adicionais do crescimento da economia começam a superar os ganhos em termos de bem-estar?

De acordo com Daly (1993), uma escala que seja sustentável ecologicamente é a que os fluxos materiais e energéticos utilizados pelo processo produtivo no sistema econômico está dentro da capacidade de suporte - limites ambientais causados pela atividade humana. A escala é o que maximiza a diferença entre os estoques de benefícios e malefícios que se acumulam por meio do crescimento, igualando os benefícios marginais e os custos marginais.

Andrade (2008) salienta que pensar uma escala ecologicamente sustentável é uma situação desafiadora para a macroeconomia, pois colocar limites à expansão do sistema econômico desafia e questiona a meta fundamental macroeconômica, o crescimento econômico contínuo. Dessa forma, a definição de uma escala ótima/ecologicamente sustentável coloca-se como um desafio, pois não se tem conhecimento dos limites dos ecossistemas naturais, não se sabe quais são os limites suportáveis pela natureza advindos da pressão exercida pelas atividades econômicas sem que haja danos ou rupturas irreversíveis.

Isto posto, Cechin e Veiga (2010) discutem que existe um custo para o crescimento econômico, representado pela degradação das fontes de recursos (que podem gerar escassez) e pela poluição. Os custos ecológicos associados ao aumento da escala do sistema econômico não são computados pelas contabilidades nacionais, nem tampouco podem ser valorados economicamente. Contudo, se os custos forem maiores do que os benefícios gerados pelo crescimento, serão entendidos como antieconômico. A Economia Ecológica considera todos os custos (não só monetários) que envolvem o crescimento da produção. À vista disso, o ceticismo é uma marca da visão dessa teoria, já que não acredita em crescimento por tempo indeterminado, nem no crescimento como solução para os problemas ecológicos.

No processo de produção econômico os recursos naturais caracterizam-se por sua baixa entropia (organização material, concentração e capacidade de realização de trabalho). No entanto, para a Economia Ambiental Neoclássica, o processo pode prosseguir e crescer

---

<sup>18</sup> *Throughput* diz respeito aos fluxos de matéria e energia que provêm do meio ambiente e que entram e saem do sistema (ANDRADE, 2008).

sem o uso desses recursos, pois se supõe que a tecnologia pode substituir os recursos da natureza conforme seja necessário. Trata-se de um otimismo ingênuo, pois não se considera os limites biofísicos das tecnologias, nem as propriedades únicas de determinados serviços prestados pela natureza (CECHIN; VEIGA, 2010).

De um modo geral, a Economia Ecológica se diferencia da Economia Ambiental Neoclássica, principalmente em relação ao ponto de partida, à noção de metabolismo, abordagem epistemológica, processo produtivo e otimismo/pessimismo. O quadro 2 apresenta um resumo dos elementos que caracterizam as propostas defendidas por essas duas correntes teóricas.

**Quadro 2 – Elementos que caracterizam a Economia Ambiental e a Economia Ecológica**

<b>Elementos</b>	<b>Economia Ambiental</b>	<b>Economia Ecológica</b>
<b>Ponto de partida</b>	Sistema econômico é um sistema isolado e autocontido.	Sistema econômico é um subsistema aberto do sistema natural.
<b>Noção de “metabolismo”</b>	Fluxo circular monetário da renda e do produto.	Fluxo energia e matéria.
<b>Abordagem epistemológica</b>	Física mecânica	Termodinâmica (1ª e 2ª leis)
<b>Processo produtivo</b>	Ignora as diferenças qualitativas entre os fatores de produção.	Reconhece as diferenças qualitativas entre os fatores de produção.
<b>Otimismo/pessimismo</b>	Otimismo tecnológico.	Pessimismo tecnológico.

Fonte: Adaptado de Garcia e Romeiro (2014, p. 136).

A visão do futuro é outro aspecto também que diferencia a Economia Ambiental Neoclássica da Economia Ecológica, pois conforme Mueller (2007), a primeira vê o futuro com crescente e ilimitada prosperidade, com base na ideia de que a tecnologia e a capacidade de reorganização social podem resolver problemas ambientais e econômicos. Já a segunda corrente questiona esse otimismo, adotando uma postura de precaução e de ceticismo com relação à capacidade de suporte do planeta Terra.

No que diz respeito à sustentabilidade ambiental, a visão da Economia Ambiental Neoclássica decorre da forma como é abordado o processo produtivo: i) não reconhece as características distintivas dos diversos fatores de produção e ii) os fatores de produção são substituíveis entre si. Dessa forma, o consumo *per capita* pode ser sustentado de modo

indefinido e no grau mais alto possível. Diante desse contexto, considerando a disponibilidade finita de alguns recursos naturais, essa corrente trabalha com a possibilidade de tecnologia que economize recursos e que trabalho e capital sejam capazes de substituir os recursos naturais (CECHIN; VEIGA, 2010).

A sustentabilidade é elemento central para a Economia Ecológica, autores como Mueller (2007) a denominam de “economia da sustentabilidade” ou “economia da sobrevivência” devido ao foco na preservação das oportunidades das gerações futuras. Para Andrade (2008), a Economia Ecológica evolui de uma compreensão própria de desenvolvimento sustentável e sustentabilidade econômico-ambiental. Por outro lado, a Neoclássica busca incorporar o conceito de desenvolvimento sustentável em sua própria estrutura analítica, já que não poderia se furtar em procurar dar respostas aos problemas ambientais.

Por fim, ao se tratar de sobrevivência e qualidade de vida do ser humano no longo prazo, o otimismo presente, na visão econômica, deve-se a uma preocupação exclusiva com os resultados de determinados impactos no crescimento econômico. Assim, a sustentabilidade se pauta em saber se o crescimento na produção de bens e serviços com valores monetários sustentar-se-á no curto prazo, mesmo que alguns insumos sejam finitos. Tal situação pode ser exemplificada pelo menosprezo à importância e singularidade da agricultura; discorrendo sobre os impactos do aquecimento global na economia, economistas consagrados afirmaram que: “[...] um colapso da agricultura não poderia ser problema conquanto houvesse crescimento na produção de outros bens e serviços de valor monetário equivalente ou superior, pois tal setor contribui com ínfima parcela do PIB.” (CECHIN; VEIGA, 2010, p. 40).

De acordo com Andrade (2008), é importante salientar que, de um modo geral, para os economistas ecológicos, o principal limite à valoração econômica do meio ambiente hoje é o caráter intensamente economicista para análise do meio ambiente, não captando valores relacionados à maior parte dos serviços ecossistêmicos e não considerando aspectos importantes relacionados à dinâmica dos processos naturais, devido à enorme complexidade das interações ecossistêmicas e à falta de conhecimentos para o correto tratamento dessas interações.

Por fim, vale mencionar que, de acordo com Andrade (2008), a Economia Ecológica considera a valoração monetária. Todavia, inclui também ponderações físicas e sociais das contribuições da natureza e os impactos ambientais da economia humana, aferidos em seus próprios sistemas de contabilidade. Parte-se da ideia de que a natureza provisiona, de forma

gratuita, serviços elementares para o desenvolvimento das atividades humanas, por exemplo, o ciclo da água, o ciclo de carbono e de nutrientes, a regulação do clima, a formação dos solos, a conservação e evolução da biodiversidade, a concentração de minerais e as diversas formas utilizáveis de energia, constituindo as cifras monetárias de tais serviços ecossistêmicos metodologicamente incoerentes.

Nessa perspectiva, procurar uma visão integral das dimensões do valor dos recursos ambientais torna-se tema fundamental para que se possa compreender a relação entre a natureza e o bem-estar que ela é capaz de prover. No próximo capítulo, far-se-á uma abordagem das funções e serviços ecossistêmicos e das dimensões do valor dos recursos ambientais.

### **3 AS FUNÇÕES, SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS E AS DIMENSÕES DO VALOR DOS RECURSOS NATURAIS**

Com o objetivo de estabelecer uma compreensão da complexidade que envolve a valoração dos recursos naturais, este capítulo tem como finalidade expor uma abordagem das funções e serviços ecossistêmicos, com vistas a compreender a relação dos mesmos com o bem-estar humano. Apresentar-se-á, também, uma discussão do valor do meio ambiente e os métodos de valoração ambiental pautados pela visão da Economia Ambiental Neoclássica e da Economia Ecológica, no segundo caso, com vistas à sustentação da análise desta pesquisa baseada numa abordagem, que contemple não somente a dimensão do valor econômico, mas também as dimensões ecológica e sociocultural.

#### **3.1 As funções e os serviços ecossistêmicos**

Recentemente, o interesse pelo ecossistema tem crescido, sobretudo, em virtude de sua ligação com o bem-estar das sociedades humanas. Identificaram-se diversos benefícios gerados pelos serviços prestados pelos ecossistemas, contudo mudanças nos fluxos desses serviços, que são essenciais para o sistema econômico e o desenvolvimento, podem afetar o bem-estar do homem. Importa dizer que um entendimento da dinâmica estrutural entre o ecossistema e o homem é necessário para classificar, descrever e valorar os bens e serviços ecossistêmicos<sup>19</sup>.

De acordo com a Avaliação Ecossistêmica do Milênio – AM (2005b, p. 10), cujo objetivo é avaliar como as transformações nos ecossistemas impactam sobre o bem-estar humano, o ecossistema pode ser entendido como: “[...] um complexo dinâmico de comunidades vegetais, animais, micro-organismos, e seu respectivo meio, que interagem como uma unidade funcional.”.

De Groot *et al.* (2002) define funções do ecossistema como a capacidade dos processos naturais e componentes de fornecer produtos e serviços que, de forma direta ou indireta, satisfazem as necessidades humanas. Para este autor, cada função resulta de processos naturais do subsistema ecológico do qual participa. Já os serviços ecossistêmicos,

---

<sup>19</sup> A expressão bens e serviços ecossistêmicos é utilizada como sinônimo de bens e serviços ambientais neste trabalho, apesar de Romeiro e Maia (2011) considerarem que o primeiro denota com maior precisão o que será valorado.

segundo AM (2005b), podem ser definidos como os benefícios que os ecossistemas fornecem ao homem.

Apesar da existência de uma ampla variedade de funções e serviços ecossistêmicos, De Groot *et al.* (2002) classifica as funções ecossistêmicas em quatro categorias: funções de regulação, funções de habitat, funções de produção e funções de informação.

As funções de regulação referem-se à capacidade dos ecossistemas de regular processos ecológicos essenciais e sistemas de apoio à vida a partir de ciclos bioquímicos e outros processos biosféricos, podendo cada função estar relacionada a um ou mais serviços ecossistêmicos. Além de manter ecossistema (e biosfera) saudável, essas funções oferecem muitos serviços que trazem benefícios diretos e indiretos para os seres humanos (tais como ar limpo, água e solo e controle biológico) (DE GROOT *et al.*, 2002).

As funções de habitat são fundamentais para a conservação biológica e genética e para preservação de processos evolutivos. Tem relação com a função de refúgio, pois os ecossistemas naturais fornecem espaço e abrigo adequado para plantas e animais. E também, com a função de berçário, já que vários ecossistemas, dentre eles os costeiros, possuem áreas ideais para a reprodução de espécies, que inúmeras vezes são exploradas comercialmente (DE GROOT *et al.*, 2002).

Já as funções de produção são as que, a partir da fotossíntese, sequestro de nutrientes que são absorvidos pelos autótrofos<sup>20</sup>, que convertem a energia, dióxido de carbono, água e nutrientes em grande multiplicidade de estruturas de hidrocarbonetos, são usadas pelos produtores secundários para criar uma variedade maior de biomassa viva (produtos naturais). Essa diversidade de estruturas de hidrocarbonetos fornece inúmeros bens do ecossistema para o consumo humano, como alimentos, matérias-primas, recursos energéticos e ornamentais (DE GROOT *et al.*, 2002).

Por fim, as funções de informação relacionam-se à capacidade dos ecossistemas naturais de contribuir para a manutenção da saúde do homem, fornecendo oportunidades para a reflexão, enriquecimento espiritual, o desenvolvimento cognitivo, recreação e experiência estética (DE GROOT *et al.*, 2002). As funções ecossistêmicas, de acordo como suas categorias, podem ser visualizadas de forma sintética no quadro 3.

---

<sup>20</sup> São organismos capazes de produzir o seu próprio alimento a partir do aproveitamento de uma fonte de energia e de compostos inorgânicos.



**Quadro 3 – As funções ecossistêmicas de acordo com suas categorias**

<b>Funções Ecossistêmicas</b>	
<b>Funções de Regulação</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Regulação de gás;</li> <li>- Regulação de distúrbios;</li> <li>- Regulação de nutrientes;</li> <li>- Regulação e oferta de água;</li> <li>- Retenção e formação de solo;</li> <li>- Tratamento de resíduos;</li> <li>- Polinização;</li> <li>- Controle biológico.</li> </ul>
<b>Funções de Habitat</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Refúgio e</li> <li>- Berçário.</li> </ul>
<b>Funções de Produção</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Alimentos;</li> <li>- Matéria orgânica em geral;</li> <li>- Recursos genéticos;</li> <li>- Recursos ornamentais.</li> </ul>
<b>Funções de Informação</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Recreação;</li> <li>- Informação estética;</li> <li>- Informação artística e cultural;</li> <li>- Informação histórica e espiritual;</li> <li>-Ciência e</li> <li>- Educação.</li> </ul>

Fonte: Adaptado de De Groot *et al.* (2002).

No que diz respeito aos serviços ecossistêmicos, pode-se verificar que eles são classificados de forma parecida com as funções ecossistêmicas. Conforme AM (2005b), os serviços do ecossistema são divididos em serviços de provisão, reguladores, culturais e de suporte.

Os serviços de provisão incluem alimentos e fibras, madeira para combustível e outros materiais, que são os produtos obtidos dos ecossistemas. Eles atuam como fonte de energia, de produtos bioquímicos, de recursos genéticos, medicinais e farmacêuticos, ornamentais e de água. A sustentabilidade desses serviços relaciona-se aos limites impostos pela capacidade de suporte do ambiente natural (física, química e biologicamente), de forma que a interferência do homem não comprometa de forma irreversível a integridade e o funcionamento apropriado dos processos naturais (ANDRADE; ROMEIRO, 2009a, 2009b).

No que se refere aos serviços de regulação, pode-se dizer que estão relacionados às propriedades regulatórias dos processos dos ecossistemas, por exemplo, 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), sendo praticamente todos oriundos das funções ecossistêmicas classificadas na categoria de regulação já mencionadas anteriormente. A sua avaliação pode ser feita pela análise da capacidade dos ecossistemas regularem determinados serviços (ANDRADE; ROMEIRO, 2009a, 2009b).

Já os serviços culturais, compreendem a diversidade cultural, pois a própria diversidade dos ecossistemas tem influência sobre a pluralidade das culturas, valores religiosos e espirituais, produção de conhecimento (formal e tradicional), valores educacionais e estéticos, dentre outros (ANDRADE; ROMEIRO, 2009a, 2009b). Em vista dessas referências, vale destacar que:

Estes serviços estão intimamente ligados a valores e comportamentos humanos, bem como às instituições e padrões sociais, características que fazem com que a percepção dos mesmos seja contingente a diferentes grupos de indivíduos, dificultando sobremaneira a avaliação de sua provisão (ANDRADE; ROMEIRO, 2009a, p. 15).

As sociedades humanas têm estreitado suas relações com a natureza, moldando a multiplicidade de culturas e os valores do homem, mas uma série de fatores tem sido indicada como fontes de enfraquecimento das ligações entre os ecossistemas e a diversidade /identidade cultural. Dentre esses fatores pode-se citar: i) a transformação de ecossistemas em campos de cultivo; ii) o rápido processo de urbanização; iii) transportes melhores e mais baratos e iv) o aprofundamento da globalização da economia. Ainda assim, práticas recreativas e turísticas têm aumentado devido ao crescimento da população, e de mais tempo disponível para o lazer (entre populações mais ricas). Ressalta-se, ainda, que o turismo ecológico é fonte de renda em países com ecossistemas conservados (ANDRADE; ROMEIRO, 2009a, 2009b).

Finalmente, os serviços de suporte são aqueles utilizados na produção dos outros serviços ecossistêmicos. Sua diferença em relação aos outros serviços está no fato de que seus impactos sobre o ser humano são indiretos e/ou sobrevêm no longo prazo. Esses serviços podem ser exemplificados pela formação do solo, produção de oxigênio atmosférico, ciclagem de nutrientes, ciclagem da água e provisão de habitat (ANDRADE; ROMEIRO,

2009a, 2009b). Os serviços ecossistêmicos segundo suas categorias podem ser resumidos no quadro 4.

**Quadro 4 – Serviços ecossistêmicos de acordo com as categorias**

<b>Serviços Ecossistêmicos</b>	
<b>Serviços de Provisão (ou Serviços de Abastecimento)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Alimentos;</li> <li>- Recursos genéticos;</li> <li>- Madeira para combustível;</li> <li>- Fibras;</li> <li>- Bioquímicos.</li> </ul>
<b>Serviços Reguladores</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Regulação climática;</li> <li>- Regulação de doenças;</li> <li>- Regulação biológica;</li> <li>- Regulação e purificação de água;</li> <li>- Regulação de danos naturais;</li> <li>- Polinização.</li> </ul>
<b>Serviços Culturais</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ecoturismo e recreação;</li> <li>- Espiritual e religioso;</li> <li>- Estético e inspiração;</li> <li>- Educacional;</li> <li>- Senso de localização;</li> <li>- Herança cultural.</li> </ul>
<b>Serviços de Suporte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Formação do solo;</li> <li>- Produção de oxigênio;</li> <li>- Ciclagem de nutrientes;</li> <li>- Produção primária.</li> </ul>

Fonte: Adaptado de AM (2005b) e Andrade e Romeiro (2009a, 2009b).

O ser humano depende, fundamentalmente, do fluxo de serviços ecossistêmicos, que afetam efetivamente o bem-estar humano, sendo constituído de diversos elementos que incluem: i) bens materiais básicos para uma vida salutar: sustento seguro e adequado, alimentos suficientes, moradia, vestuário, e acesso a bens; ii) saúde: ausência de doenças e um ambiente físico salutar, ar puro e acesso à água limpa; iii) boas relações sociais: coesão social, respeito mútuo, capacidade de ajudar o semelhante e prover as crianças do necessário; iv) segurança: acesso seguro aos recursos naturais e a outros recursos, segurança pessoal e

proteção contra desastres naturais e desastres causados pelo homem e v) liberdade de escolha e de ação: oportunidade de se alcançar o que se almeja, sendo que esse aspecto é influenciado por outros elementos do bem-estar como a educação e é também uma condição para outros elementos do bem-estar, especialmente os ligados à igualdade e à justiça (AM, 2005b).

De acordo como AM (2005b), o homem é parte integrante dos ecossistemas, existe uma inter-relação entre o homem e outros elementos dos ecossistemas. Assim sendo, as mudanças na condição humana interferem, de forma direta e indireta, nos ecossistemas, resultando em mudanças nos mesmos, o que por sua vez afeta o bem-estar humano.

Ao se considerar as conexões entre os serviços prestados pelos ecossistemas e o bem-estar do homem, torna-se evidente que ações para melhorar a qualidade de vida das populações e acelerar o desenvolvimento devem reconhecer a importância dos serviços ecossistêmicos para garantir as condições de vida humana (ANDRADE; ROMEIRO, 2009b). Na próxima subseção apresentar-se-á uma discussão sobre o valor dos recursos ambientais, bem como sobre os métodos de valoração do meio ambiente.

### **3.2 O Valor do meio ambiente**

Considerando a importância dos bens e serviços ecossistêmicos para o bem-estar humano, torna-se fundamental a sua valoração. De acordo com Andrade e Romeiro (2009a), os ecossistemas e os serviços que eles fornecem, quais sejam, provisão, regulação, suporte e culturais possuem valor econômico para a sociedade, pois seja direta ou indiretamente, obtém utilidade de seu uso, efetivo ou potencial. Tal abordagem, que é definida pelos autores como utilitária-reducionista, relaciona o valor dos fluxos de serviços ambientais a valores monetários (econômicos). No entanto, ressalta-se que considerar somente a dimensão econômica para a valoração dos ecossistemas, resulta em um reducionismo, uma vez que não considera valores associados ao não uso.

Diferentemente do que propõe a Economia Ambiental, a perspectiva de valoração apresentada pela Economia Ecológica compreende, além da dimensão econômica, as dimensões ecológica e sociocultural, as quais possuem metodologias próprias para a valoração (ROMEIRO; MAIA, 2011).

A avaliação do meio ambiente (ou ecossistêmica) tem posição central na abordagem da Economia Ecológica, que é interdisciplinar, diferentemente da Economia Convencional. O reducionismo das avaliações ecossistêmicas da Economia Ambiental, está marcado também

na questão da substitubilidade dos fatores de produção<sup>21</sup>, uma vez que para esta corrente, o capital natural pode ser substituído pelo capital manufaturado, não existindo um mínimo de capital natural que seja capaz de afetar a sobrevivência do homem. A visão da Economia Ecológica contraria essa ideia, pois para ela existe um conjunto mínimo de recursos ambientais que não pode ser substituído devido às suas características únicas e que não são reprodutíveis pelo ser humano (ROMEIRO; MAIA, 2011).

Na Economia Neoclássica, a ideia de valor está baseada na teoria do valor-subjetivo, em que a utilidade do consumo dos bens e serviços é o que define o comportamento do consumidor. O fim último do agente econômico é o bem-estar e, dessa forma, alcança-se tal fim com a maximização da utilidade. O ordenamento das preferências e do conceito de disposição a pagar são os meios a partir dos quais os agentes econômicos podem expressar sua disposição a pagar ou a receber por determinado bem ou serviço. De tal modo, a essência da valoração econômica neoclássica está na mensuração dessas duas grandezas, por meio das preferências reveladas e declaradas dos agentes econômicos sobre os bens e serviços ambientais (ANDRADE, 2008).

Segundo Romeiro e Maia (2011, p. 21), pode-se afirmar, de modo sintético sobre a visão da Economia Ambiental no contexto da valoração dos recursos ambientais, que:

[...] os pressupostos teóricos da economia ambiental são simples e reducionistas: os agentes econômicos são capazes de avaliar individualmente o valor do meio ambiente, do mesmo modo como fazem com as demais mercadorias, o qual é visto como provedor de bens e serviços cujo processo de “fabricação” pode ser tratado como uma caixa preta que não é necessário abrir (compreender) no processo de valoração. Perdas irreversíveis não são relevantes uma vez que os recursos naturais são substituíveis por capital. Esses pressupostos tornam o processo de valoração ambiental bastante simples. A consideração de pressupostos mais realistas sobre o comportamento e capacidade humana na avaliação dos recursos naturais e a abertura da caixa preta da fabricação de bens e serviços ecossistêmicos pela abordagem econômico-ecológica conduzem a proposições metodológicas de valoração bem mais complexas, em que se busca levar em conta a natureza complexa dos ecossistemas e os distintos valores que lhes são associados, bem como os riscos de perdas irreversíveis potencialmente catastróficas de estruturas e funções ecossistêmicas.

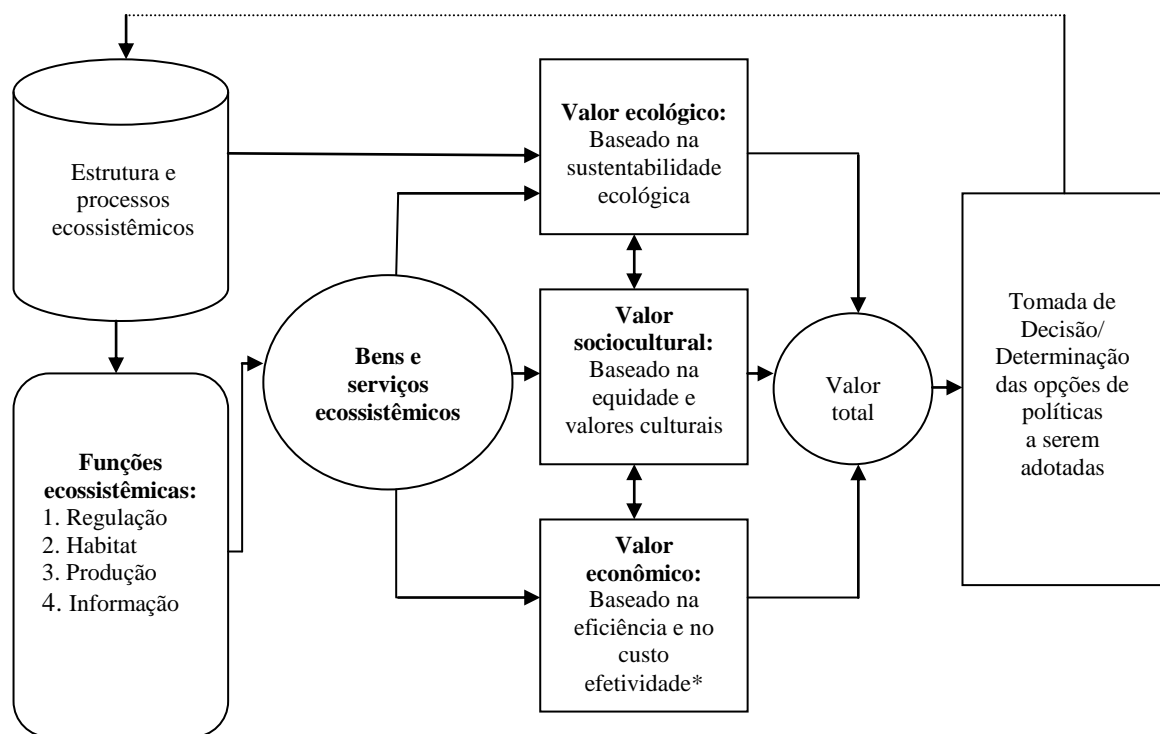
De modo diverso dos pressupostos colocados pela Economia Ambiental, em termos gerais, a Economia Ecológica procura considerar nas suas análises sobre valoração a sustentabilidade econômica, ecológica e social com relação à manutenção e/ou uso dos recursos da natureza (ROMEIRO; MAIA, 2011).

---

<sup>21</sup> A substitubilidade dos fatores de produção foi abordada no capítulo dois desta dissertação.

Em discussão sobre bens e serviços ecossistêmicos, De Groot *et al.* (2002) apresenta uma tipologia sistemática e sua relação com a valorização de funções do ecossistema. Assim, para uma avaliação ampla de bens e serviços do ecossistema, a complexidade ecossistêmica (estruturas e processos) precisa ser traduzida em um número limitado de funções do ecossistema, que fornecem produtos e serviços que são valorizados pelo homem. Essa estrutura integrada pode ser visualizada na figura 3.

**Figura 3 – Estrutura para a avaliação integrada e valorização das funções, produtos e serviços ecossistêmico**



Fonte: Adaptada de De Groot *et al.* (2002).

\* Na tomada de decisão com base na análise de custo efetividade os objetivos da qualidade ambiental, como as funções dos ecossistemas, a estética do recurso natural, concentração de poluentes no meio ambiente, podem ser alcançados por meio da minimização dos seus custos (MOTA, 2009).

O diagrama apresentado na figura 3 demonstra que a estrutura e os processos ecossistêmicos, por meio das funções ecossistêmicas de regulação, habitat, produção e informação ecossistêmica produzem bens e serviços que podem ser valorados, resultando numa base para a tomada de decisões políticas em relação aos recursos ambientais.

De acordo com De Groot *et al.* (2002), para uma avaliação de bens e serviços do ecossistema de forma ampla, é preciso que a complexidade (estruturas e processos) seja traduzida em um número limitado de funções do ecossistema, que fornecem os bens e

serviços que são valorizados pelo ser humano. Destacam-se três dimensões no contexto da valoração ambiental que devem ser consideradas: a econômica, a ecológica e a sociocultural, o que resultará no valor total.

Os recursos ambientais podem ser mais bem valorados ao se considerar, além da dimensão econômica, a ecológica e a sociocultural, pois dessa maneira é possível uma visão mais ampla do recurso ambiental que está sendo analisado. Pois, a dimensão ecológica do valor demonstra a importância da estrutura ecossistêmica no provisionamento de bens e serviços ecossistêmicos para o homem. Conforme De Groot *et al.* (2002), considerar limites que sejam sustentáveis contribuiria para preservar estruturas e funções ecossistêmicas, sendo tal atitude essencial na tomada de decisões relacionadas aos recursos ambientais.

Por fim, salienta-se que o valor sociocultural relaciona-se à função de informação, descrita na seção anterior como uma categoria das funções ecossistêmicas. Andrade e Romeiro (2009a, p. 30) apresentam de forma clara como atividades recreacionais, artísticas, religiosas ligadas à natureza podem ser expressas como uma forma de valor para o homem:

Ecossistemas e seus serviços prestam um importante papel para a identidade cultural e moral das sociedades e estão em íntima sintonia com valores éticos, espirituais, históricos e artísticos de determinadas sociedades, o que faz com que os mesmos sejam por elas valorados, mesmo em casos em que os serviços ecossistêmicos não contribuem diretamente para o seu bem-estar material.

Andrade (2008) comenta que não existem mercados organizados para bens e serviços ambientais, o que sugere que sejam calculados valores monetários devido ao caráter de bem público dos recursos da natureza, já que os agentes não têm condições de apreender de forma correta os custos da degradação ambiental, que geram externalidades que afetam outros agentes da sociedade. Na sequência, apresentam-se os métodos de valoração dos recursos ecossistêmicos.

### **3.3 Valoração dos recursos ambientais**

Existem diversas técnicas de valoração econômica que visam fornecer uma estimativa dos custos sociais do uso dos recursos ambientais escassos ou dos benefícios sociais da utilização desses recursos. Assim sendo, objetiva-se a estimativa de valores ambientais em termos monetários, para que seja análogo a outros valores de mercado, auxiliando na tomada de decisão no que concerne aos recursos naturais (ANDRADE, 2008).

Ao discorrer sobre o valor da natureza como ferramenta de políticas públicas ambientais, Mota (2009, p. 9) afirma que:

A valoração dos recursos naturais resume-se em um conjunto de métodos úteis para mensurar os benefícios proporcionados pelos ativos naturais e ambientais, os quais se referem aos fluxos de bens e serviços oferecidos pela natureza às atividades econômicas e humanas.

As dimensões do valor dos recursos ambientais consideradas neste trabalho são a econômica, a ecológica e a sociocultural. Desse modo, apresentar-se-á, em seguida, uma abordagem dos métodos de valoração dos recursos naturais considerando essas três dimensões.

### 3.3.1 Valoração econômica

Os métodos convencionais de valoração que serão apresentados na sequência foram desenvolvidos com vistas a captar o valor econômico do meio ambiente associado à sua utilidade, direta e indireta, considerando seu uso na atualidade e no futuro. De acordo com Seroa da Motta (1999), em discussão sobre as bases teóricas metodológicas da valoração ambiental, o valor econômico do recurso ambiental (VERA) <sup>22</sup> compõe-se de valor de uso (VU) e valor de não uso (VNU) ou valor de existência (VE).

O valor de uso é composto por:

- **Valor de Uso Direto (VUD)** – diz respeito ao consumo direto dos recursos da natureza. Caracteriza-se pelo uso atual de um recurso, por exemplo, na forma de extração, visitação ou outra atividade;
- **Valor de Uso Indireto (VUI)** – refere-se a benefícios das funções ecossistêmicas, como a proteção do solo e a estabilidade climática decorrente da preservação das florestas;
- **Valor de Opção (VO)** – refere-se à atribuição de valor de uso direto e indireto de bem ambiental no futuro próximo e cuja preservação pode ser ameaçada, por exemplo, muitas plantas, em florestas tropicais, têm propriedades medicinais que podem favorecer o desenvolvimento de produtos farmacêuticos.

Já o **Valor de Existência (VE)** relaciona-se a valores não associados ao consumo, advém de uma postura moral, cultural, ética ou altruística em relação aos direitos de

---

<sup>2222</sup> Também denominado de Valor Econômico Total.



existência de espécies não humanas ou preservação de outras riquezas naturais, ainda que não representem uso no presente ou futuro para o indivíduo. O autor exemplifica esse valor por meio da forte inclinação pública, para salvar baleias ou preservá-las em regiões distantes do mundo, onde a maior parte das pessoas nunca poderá visitar ou usufruir algum benefício.

Uma expressão para a VERA pode ser definida por:

$$\text{VERA} = (\text{VUD} + \text{VUI} + \text{VO}) + \text{VE} \quad (1)$$

Para a Economia Ambiental, a valoração do meio ambiente refere-se somente à atribuição de um valor monetário aos recursos ambientais em decorrência do seu valor de uso. Os recursos ambientais que não possuem um valor de uso, mas os agentes econômicos ainda assim estão dispostos a pagar por eles, considera-se que possuem um valor de existência (ROMEIRO; MAIA, 2011). Um resumo acerca das fontes de valor dos recursos ambientais pode ser verificado no quadro 5.

**Quadro 5 – Decomposição do valor econômico de um recurso ambiental**

<b>Valor Econômico do Recurso Ambiental</b>	<b>Valor de Uso</b>	<b>Valor de Uso Direto</b>
		Apropriação direta dos recursos ambientais via extração, visitação ou outra atividade de produção ou consumo direto.
		<b>Valor de Uso Indireto</b>
	Benefícios indiretos gerados pelas funções ecossistêmicas.	
		<b>Valor de Opção</b>
		Intenção de consumo direto ou indireto de um bem ambiental no futuro.
	<b>Valor de Não Uso</b>	<b>Valor de Existência</b>
		Valores não associados ao consumo, e que se referem a questões morais, culturais, éticas ou altruísticas em relação à existência dos bens ambientais.

Fonte: Adaptado de Maia *et al.* (2004) e Maia e Romeiro (2011).

Seroa da Motta (1998) classifica as técnicas de valoração em métodos da função de demanda<sup>23</sup> e da função de produção<sup>24</sup>. O primeiro capta as preferências dos indivíduos a partir

<sup>23</sup> Definidos por Maia *et al.* (2004) como métodos diretos de valoração.

<sup>24</sup> Definidos por Maia *et al.* (2004) como métodos indiretos de valoração.

do uso de mercados hipotéticos (MAC) ou de mercados de bens complementares a fim de se obter a disposição a pagar (DAP) dos indivíduos pelo bem ou serviço ambiental. O segundo obtém o valor do recurso por meio de uma função de produção, relacionando o impacto das alterações ambientais a produtos com preços no mercado. O quadro 6 apresenta uma síntese dos principais métodos de valoração ambiental.

**Quadro 6 – Métodos de Valoração Ambiental**

<b>Métodos de Valoração Ambiental</b>	
<b>Métodos da Função de Produção</b>	<b>Métodos da Função de Demanda</b>
1) Produtividade Marginal 2) Mercados de Bens Substitutos: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Custos de Reposição</li> <li>▪ Custos Evitados</li> <li>▪ Custos de Controle</li> <li>▪ Custos de Oportunidade</li> </ul>	1) Método da Valoração Contingente 2) Mercados de Bens Complementares: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Preços Hedônicos</li> <li>▪ Custo de Viagem</li> </ul>

Fonte: Elaboração própria com base em Seroa da Motta (1998).

De acordo com Maia *et al.* (2004), cada método apresenta limitações na captação dos valores dos recursos ambientais, não existem meios de comprovação da eficiência de um método em comparação a outro, pois não é possível captar o valor real de um recurso ambiental. A escolha do método deve considerar o objetivo da valoração, a eficiência do método para o caso em questão, bem como a disponibilidade de informações, dentre outros, devendo-se esclarecer que a análise estará condicionada às limitações metodológicas e às conclusões restritas às informações disponíveis. Os tipos de valores captados pelos métodos de valoração encontram-se no Quadro 7.

**Quadro 7 – Tipos de valores captados pelos métodos de valoração\***

Métodos de Valoração			VU			VE
			VUD	VUI	VO	
<b>Métodos da Função de Produção (Indiretos)</b>	Produtividade Marginal		X	X		
	Mercado de Bens Substitutos	Custos Evitados	X	X		
		Custos de Controle	X	X		
		Custos de Reposição	X	X		
		Custos de Oportunidade	X	X		
<b>Métodos da Função de Demanda (Diretos)</b>	Mercado de Bens Complementares	Custo de Viagem	X	X		
		Preços Hedônicos	X	X	X	
	Método da Valoração Contingente	Avaliação Contingente	X	X	X	X

Fonte: Adaptado de Maia *et al.* (2004) e Serroa da Motta (1998).

\* VU = Valor de Uso; VUD = Valor de Uso Direto; VUI = Valor de Uso Indireto; VO = Valor de Opção e VE = Valor de existência.

Conforme Maia *et al.* (2004), os métodos da função de produção são menos onerosos e mais simples, pois estimam o resultado de uma modificação ambiental na produção de bens e serviços que são comercializáveis. Os autores trazem como exemplo a situação em que o nível de poluição de um rio afeta a produção pesqueira e, como consequência, influencia a renda obtida pela comunidade ribeirinha. As estimativas obtidas pelos métodos indiretos são, na maior parte das vezes, subestimados, captando apenas o valor de uso dos recursos ambientais, mas são suficientes para a viabilização do uso sustentável do meio ambiente.

Deve-se destacar que, em alguns casos, a maior parte do valor de um recurso ambiental constitui-se de valores de não uso, que se relacionam à ética, religião, preservação de habitats naturais, cultura. Nessas situações, somente os métodos da função de demanda (diretos) podem captar esses tipos de valores por meio da Disposição a Pagar (DAP) direta da população pelo bem ou serviços ambiental (MAIA *et al.*, 2004).

Os métodos convencionais de valoração ambiental, suas aplicações, bem como as principais críticas destinadas a eles são apresentadas no anexo A.

### 3.3.2 Valoração ecológica

Para se determinar o valor ecológico dos recursos ambientais, é necessário considerar e estudar a complexidade dos ecossistemas. Os economistas adeptos da visão da Economia Ecológica adotaram o ponto de vista dos ecólogos quanto à necessidade de se levar em conta

os valores ecológicos dos ecossistemas que são determinados: “pela integridade de suas funções, bem como por parâmetros ecossistêmicos de complexidade, diversidade e raridade” (ROMEIRO; MAIA, 2011, p. 30). É importante notar que:

[...] os valores ecológicos devem refletir a magnitude da importância que determinados bens ou serviços ecossistêmicos possuem para um processo ecológico (ou função ecossistêmica) em particular. O problema com este tipo de mensuração (avaliação das interdependências biofísicas dos ecossistemas) é encontrar uma unidade de medida que substitua o dinheiro no processo de valoração (precificação) (ROMEIRO; MAIA, 2011, p. 31).

Objetivando resolver a questão da incomensurabilidade das distintas unidades biofísicas em que as variáveis ecológicas são expressas, foi desenvolvida a teoria do valor energético. Essa teoria baseia-se em princípios termodinâmicos, em que se considera a energia solar como unidade de conta. Constitui-se em um método que visa reaver toda a memória de energia de um determinado ecossistema, a partir da conversão de todas as formas de energia utilizadas no seu processo de formação/produção em equivalentes de energia solar (ROMEIRO; MAIA, 2011).

Contudo, as críticas endereçadas a essa teoria do valor focam justamente no fato de que reduzir relações complexas a uma única unidade, ainda que física, pode representar a perda de informações importantes, como o valor de distintos serviços ecossistêmicos conforme sua capacidade de sustentar e manter o sistema como um todo.

### **3.3.3 Valoração sociocultural**

Conforme AM (2005b), as perdas relacionadas a serviços culturais são difíceis de medir, apesar de sua importância fundamental para as populações humanas. Conforme Romeiro e Maia (2011), os serviços culturais possuem valor, conquanto não contribuam de forma direta com o bem-estar material, sendo que esse valor é o resultado de inúmeras dimensões de valor que tornam difícil captá-lo integralmente.

A religião, o conhecimento, as culturas humanas, e as interações sociais tiveram uma forte influência dos ecossistemas. Sendo que foi possível constatar que os valores espirituais e culturais dos ecossistemas têm tanta importância quanto os outros serviços para diversas comunidades de certos locais. Nos países em desenvolvimento, pode-se citar o caso de bosques sagrados na Índia, por exemplo. Já em países industrializados, são exemplos os parques urbanos (AM, 2005b).

Com vistas a captar o valor sociocultural, novos métodos vêm sendo desenvolvidos, como a avaliação participatória ou a valoração grupal, que procuram apreender as diferentes visões de grupos de indivíduos acerca das várias categorias de serviços ecossistêmicos e suas dimensões culturais e éticas. Nesse caso, considera-se que o homem possui racionalidade limitada e que é necessária uma avaliação dos requisitos de ordem social (ROMEIRO; MAIA, 2011).

Outro método é o *discourse-based valuation*, que tem como base a ideia de que a valoração deveria abster-se de mensurar as preferências individuais. A abstração do valor sociocultural deveria ocorrer por meio de um debate aberto, livre e democrático. Grupos pequenos de pessoas e *stakeholders* deveriam deliberar de forma conjunta sobre a importância relativa dos serviços ecossistêmicos, levando em conta a equidade entre distintos grupos sociais que poderiam ser utilizados como base para políticas ambientais (ROMEIRO; MAIA, 2011).

Tendo em vista contextualizar a relação entre o processo de produção e a geração de resíduos e poluição, no próximo capítulo, apresenta-se uma análise da relação entre a produção de soja e seus efeitos danosos ao meio ambiente no estado de Goiás, especificamente, aos mananciais hídricos.

## **4 A PRODUÇÃO DE SOJA EM GOIÁS E OS IMPACTOS SOBRE OS RECURSOS HÍDRICOS**

Segundo documento elaborado pelo Programa Mundial de Avaliação dos Recursos Hídricos-WWAP (2003) da Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura (UNESCO) – *Water people, water for life-*, neste princípio do século XXI, a Terra enfrenta uma crise da água, que impacta no meio ambiente, por meio da geração diária de resíduos e da utilização excessiva e indevida, trazendo impactos extremamente negativos para as gerações futuras. O nível de recursos hídricos usados na agricultura também crescerá muito devido à demanda para produção de alimentos que também aumentará, em razão do crescimento do poder aquisitivo e do maior consumo de carne, além de outros produtos que requerem grande volume de água na sua produção.

Para a Organização das Nações Unidas - ONU (2015), a água é elemento fundamental para o crescimento econômico e para o combate à pobreza. A agricultura é vista por esse organismo internacional como uma prioridade em termos de políticas de controle racional de água. Faz-se útil levar em consideração que a crise hídrica da atualidade induz a entretecer considerações em torno da relação que se estabelece entre a produção econômica, o uso dos recursos da natureza e os efeitos sobre o meio ambiente. Assim sendo, este capítulo constitui-se numa reflexão teórica, bibliográfica e estatística realizada com a finalidade de se caracterizar a cultura de soja em Goiás, sua atuação e importância na economia e, mais especificamente, compreender seus impactos sobre os recursos hídricos.

### **4.1 A Crise hídrica da atualidade**

A água é recurso fundamental à manutenção da vida na Terra. De conformidade com Rebouças (2015, p. 1), em estudo sobre as águas doces no Brasil e no mundo, esse elemento possui funções sociais, ecológicas e econômicas e pode ser definida como: “[...] elemento essencial ao abastecimento do consumo humano<sup>25</sup> e ao desenvolvimento de suas atividades industriais e agrícolas e é de importância vital aos ecossistemas – tanto vegetal como animal – das terras emersas.”.

---

<sup>25</sup> Em estudo sobre água e desenvolvimento sustentável Salati, Lemos e Salati (2015), afirmam que, para o homem em particular, a água é elemento vital, pois necessita de um uso contínuo e constante para a manutenção da vida de pelo menos 2 litros de água diários por pessoa. Já no que diz respeito à estrutura urbana a demanda de água por pessoa ao dia varia de 100 a 200 litros para atingir os níveis de higiene determinados pela sociedade moderna.

A segunda grande Conferência Internacional sobre Água e Meio Ambiente organizada pela ONU alertou para o problema da distribuição irregular de água entre os povos, bem como pela exploração e degradação dos mananciais e trouxe para o debate algumas questões referentes ao uso dos recursos hídricos em relação às demandas para o desenvolvimento sustentável. Desse evento, resultou a Declaração de Dublin sobre Água e Desenvolvimento Sustentável (1992), cuja discussão alerta que:

A escassez e o mau uso da água doce são fatores de grande e crescente risco ao desenvolvimento sustentável e à proteção do meio ambiente [...].  
[...] A água doce é um recurso finito e vulnerável, essencial para sustentar a vida, o desenvolvimento e o meio ambiente.

Em discussão sobre os recursos hídricos no Brasil, Tundisi e Matsumura-Tundisi (2011) afirmam que os usos múltiplos da água pelo homem resultaram em intensa degradação e poluição. Além disso, a crise hídrica gera dificuldades ao desenvolvimento, eleva a tendência a doenças de veiculação hídrica, produz estresses econômicos e sociais e aumenta as desigualdades entre regiões e países.

Nessa perspectiva, é importante destacar que os problemas relativos à escassez hídrica que ameaçam a sobrevivência das populações e de um meio ambiente adequado à vida na Terra têm origem no crescimento desordenado da demanda por recursos hídricos e, principalmente, devido à degradação da qualidade das águas (REBOUÇAS, 2015).

Tundisi (2008), em estudo sobre os recursos hídricos, assinala que as principais causas da crise hídrica são o intenso processo de urbanização; estresse e escassez em muitas regiões devido a alterações na disponibilidade e elevação da demanda; infraestrutura pobre e em estado crítico, contando com perdas na rede de até 30% após o tratamento; estresse e escassez hídrica em virtude de eventos hidrológicos extremos aumentando a vulnerabilidade da população humana e comprometendo a segurança alimentar (chuvas intensas e períodos intensos de seca); problemas de falta de articulação e ausência de ações consistentes na governabilidade de recursos hídricos e na sustentabilidade ambiental. Essa situação que apresenta dimensões no âmbito local, regional, continental e planetário resulta em elevação e exacerbação das fontes de contaminação, alteração das fontes dos mananciais hídricos (escassez e redução da disponibilidade); a contaminação e a dificuldade de acesso à água potável geram o aumento da vulnerabilidade da população humana (TUNDISI, 2008).

Somado a isso, deve-se mencionar que as ações antrópicas, tais como o desmatamento, as mudanças no uso do solo, projetos de irrigação e a construção de barragens podem alterar o

balanço hídrico tanto em escala local como regional. Numa escala global, pode-se destacar a mudança climática global como decorrência das transformações das características químicas da atmosfera a partir dos gases de “efeito estufa” (SALATI; LEMOS; SALATI, 2015). Na subseção seguinte expõe-se a relação entre a agricultura e a demanda por recursos hídricos.

#### **4.2 A produção agrícola e a demanda por recursos hídricos**

O desenvolvimento da agricultura depende da disponibilidade de água e do seu uso adequado. No mundo, a expansão da área cultivada não aumentou muito nas últimas décadas, porém, a intensificação das atividades agrícolas, marcadas por elevações substanciais na produção que ocorreram apoiados no desenvolvimento tecnológico, resultou em maior produtividade por hectare. Fica evidente a relação direta entre a água e a agricultura, pois o aumento da produção influenciou no uso da irrigação em larga escala, sendo que este setor é responsável por aproximadamente 70% da retirada de água disponível no mundo (TUNDISI; MATSUMURA-TUNDISI, 2011).

Ribeiro (2008), em discussão acerca da água na produção agrícola, afirma que a tendência é que o consumo de água na agricultura se eleve. Os sistemas de irrigação permitem que áreas não apropriadas ao cultivo sejam incorporadas à produção. Salienta, também, que tecnologias de correção do solo também contribuem para a ampliação da área produzida, como ocorreu na região do Cerrado brasileiro em que se pode destacar uma atuação da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA em pesquisas para o desenvolvimento tecnológico de atividades econômicas no campo. Logo, de acordo com Ribeiro (2007, p. 41):

É preciso conhecer a dinâmica natural do planeta para entender a capacidade de reposição de água em cada bacia hidrográfica onde se pratica a agricultura. Ao mesmo tempo, faz-se necessário introduzir produtos adequados às condições geográficas locais para evitar o uso intensivo das reservas de água. Respeitar o balanço hídrico, a insolação e as características das plantas cultivadas seriam outras recomendações fundamentais para os agricultores. Infelizmente, as regras de mercado, que poderiam ser simplificadas pela lei de oferta e procura, levam a uma oscilação de preços e determinam a escolha dos agricultores, que não têm se preocupado com a oferta hídrica presente e a do futuro, em especial com as perspectivas de padrões de chuva frente às mudanças climáticas globais.

A relação entre o homem e o meio ambiente está subordinada à dinâmica econômica. A agricultura que está na base do desenvolvimento de qualquer nação, sendo importante



elemento para a segurança alimentar, tem seguido as leis de mercado impondo fortes pressões sobre a capacidade de suporte dos ecossistemas de prover bens e serviços ambientais. O resultado disso tem sido enormes perdas ambientais, que impactam diretamente na saúde do meio ambiente e no bem-estar do homem. Em seguida apresenta-se os aspectos gerais da sojicultura no estado de Goiás.

### **4.3 A produção de soja em Goiás**

A produção de soja no estado de Goiás desenvolveu-se com forte apoio estatal, que ocorreu a partir de programas federais de desenvolvimento agrícola<sup>26</sup>. A expansão da sojicultura em Goiás deu-se a partir de 1970 e, desde então, ganhou importância e promoveu significativos incrementos no Produto Interno Bruto (PIB), constituindo-se num dos principais produtos agrícolas da economia goiana.

De acordo com Vieira (2002), destacam-se alguns fatores que explicam o interesse pela expansão da sojicultura no Cerrado:

1. Aspectos edafoclimáticos favoráveis ao cultivo de soja: topografia plana, chuvas regulares, elevadas temperaturas e profundidade dos solos. Tais fatores apoiados por tecnologias direcionadas às especificidades regionais proporcionam um aumento da produtividade fora das áreas tradicionais de cultivo;
2. Baixo valor da terra se comparado com a região Sul do país;
3. Economias de escala: o baixo preço da terra permite um ganho na escala de operação, pois quando se aumenta a área plantada, reduz-se o custo de produção da soja por saca.

Conforme Campos (2010), os elementos supracitados associados aos programas e políticas adotadas no Cerrado, como crédito rural, estoques reguladores, política tecnológica, política de preços mínimos, entre outras ações, serviram como instrumentos fundamentais para a viabilização da produção de soja voltada para a exportação.

---

<sup>26</sup> Em princípio, buscando incrementar a produção e a produtividade na região do Cerrado, vários organismos ligados ao campo foram criados, tais como a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) em 1973, e suas unidades de apoio: o Centro de Pesquisa Agropecuária do Cerrado (CPAC) e a Empresa Goiana de Pesquisa Agropecuária (EMGOPA) (VIEIRA, 2002). Além disso, de acordo com Coelho (2001), o governo federal também criou em 1975 o Programa de Desenvolvimento dos Cerrados (POLOCENTRO) e o Programa de Cooperação Nipo-Brasileira para o Desenvolvimento dos Cerrados (PRODECER), que foram os principais programas de desenvolvimento e modernização do setor agropecuário.

Além disso, podem-se destacar alguns elementos em escala mundial que refletiram diretamente na expansão da produção da soja brasileira:

1. Entre o final de 1940 e início de 1950, houve um crescimento da produção de carnes no mundo (aves, suínos e bovinos) que resultou no uso do farelo de soja para a produção de ração;
2. Efetivo aumento do consumo de óleo de soja, que saiu de um patamar de 23% em 1947 para 61% em 1964;
3. No início dos anos 1970, a farinha de peixe foi substituída pelo farelo de soja como ração animal;
4. O crescimento da economia mundial, nos anos 1970, refletiu positivamente nos preços das *commodities*;
5. Países como o Brasil, que eram dependentes do petróleo importado tiveram que aumentar as exportações após as duas altas do petróleo em 1973 e 1979 (CAMPOS, 2010).

Com relação ao mercado interno, Campos (2010) afirma que o efetivo crescimento da produção de grãos, sobretudo a soja, foi a força motriz do processo de transformação da agricultura brasileira, tanto no que diz respeito à expansão da área cultivada quanto à elevação da produtividade. O rápido desenvolvimento da produção de soja no Brasil foi impulsionado pelo uso doméstico de vários derivados da soja, como óleo e farelo.

Para se ter uma ideia da representatividade da soja no Brasil, basta mencionar que de uma produção quase inexistente em 1965, passa a um patamar de cinco milhões de toneladas em 1970, para 15,16 (t) em 1980, 30,6 (t) em 1998, 68,86 (t) em 2010 (CAMPOS, 2010) e em 2014, segundo o IBGE (2015a) chegou a 86,4 milhões de toneladas.

Observa-se que tanto a demanda externa quanto a demanda interna impulsionaram a expansão da produção de soja no Brasil, o que refletiu na sojicultura em Goiás. Em 1970, a produção goiana de soja foi de 10.219 toneladas, já em 1985 passou para 847.510 toneladas produzidas, tornando-se o principal produto do agronegócio de Goiás (FERNANDES *et al.*, 2012). Em 2014, o estado de Goiás respondeu por mais de 8,87 milhões de toneladas de soja produzidas.

É importante destacar que, em termos gerais, em Goiás a soja desenvolveu-se inicialmente com a expansão da área cultivada e, posteriormente, com o aumento da produtividade apoiada em inovações tecnológicas. A produção e as respectivas participações na produção de soja do Brasil e dos principais estados produtores podem ser observadas na tabela 1.

**Tabela 1 - Produção de soja: Brasil e unidades da federação (2000 e 2014)**

Unidades da federação/Brasil	2000		2014		Ranking
	Soja (t)	Participação (%)	Soja (t)	Participação (%)	
<b>Brasil</b>	<b>32.820.826</b>	<b>100</b>	<b>86.442.860</b>	<b>100</b>	-
Mato Grosso	8.774.470	26,73	26.435.515	30,58	1°
Paraná	7.188.386	21,9	14.806.462	17,13	2°
Rio Grande do Sul	4.783.895	14,58	13.041.226	15,09	3°
<b>Goiás</b>	<b>4.092.934</b>	<b>12,47</b>	<b>8.873.317</b>	<b>10,26</b>	<b>4°</b>
Mato Grosso do Sul	2.480.120	7,57	6.339.386	7,33	5°
Minas Gerais	1.438.829	4,38	3.345.549	3,87	6°
Bahia	1.508.115	4,59	3.206.364	3,71	7°
Outros estados	2.548.077	7,77	10.395.041	12,02	-

Fonte: Elaboração própria com base em dados do IBGE (2015a).

De acordo com dados do IBGE (2015a), Goiás encontra-se entre os quatro principais estados produtores de soja do Brasil, perdendo apenas para o Mato Grosso, Paraná e Rio Grande do Sul. Em 2000, Goiás apresentou uma produção de 4,09 milhões de toneladas representando 12,47% da produção do país. Na safra de 2014, obteve uma produção de aproximadamente 8,87 milhões de toneladas, o que representa 10,26% da soja brasileira. A área plantada, a produção e o rendimento médio da soja em Goiás no período de 2000 a 2014 apresentam-se na tabela 2.

**Tabela 2 - Área plantada, produção e rendimento médio da soja em Goiás – 2000 a 2014**

Ano	Área Plantada (ha)	Produção (t)	Rendimento Médio (kg/ha)
2000	1.491.066	4.092.934	2.745
2005	2.663.380	6.983.860	2.622
2010	2.445.600	7.252.926	2.965
2013	2.947.887	8.913.069	3.024
2014	3.162.303	8.873.317	2.810

Fonte: Elaboração própria com base em dados do IMB (2015a).

É importante mencionar que, nos últimos quatorze anos, a sojicultura em Goiás apresentou uma expansão de sua produção, que ocorreu alicerçada em seguidos incrementos de área plantada. Entre 2000 e 2014, a área plantada aumentou 112%, enquanto que a produção cresceu cerca de 116%, e nesse período, o rendimento médio foi de 2.833 kg/ha, podendo-se destacar o ano de 2013 que teve uma produtividade de 3.024 kg/ha.

A soja é produzida em diversas regiões do território goiano. Os dez municípios maiores produtores apresentam-se na Tabela 3.

**Tabela 3 - Dez municípios maiores produtores de soja em 2013**

<b>Município</b>	<b>Produção (t)</b>	<b>Valor da produção (1000 R\$)</b>
Jataí	873.000	695.220
Rio Verde	870.000	674.250
Cristalina	513.000	438.615
Montividiu	396.000	316.800
Mineiros	297.000	218.830
Paraúna	290.000	232.000
Chapadão do Céu	282.900	225.055
Catalão	250.560	209.669
Ipameri	216.000	177.660
Silvânia	198.400	158.720
<b>Subtotal</b>	<b>4.186.860</b>	<b>3.346.819</b>
<b>Outros Municípios</b>	<b>4.726.209</b>	<b>3.896.962</b>
<b>Total do Estado</b>	<b>8.913.069</b>	<b>7.243.781</b>

Fonte: Elaboração própria com base em dados do IMB (2015b); IBGE (2015b).

No ano de 2013, em todo o estado, a produção dessa cultura foi de aproximadamente 8,91 milhões toneladas, representando um valor de produção na ordem de 7,24 bilhões de reais. Os dez municípios maiores produtores de soja foram responsáveis por 4,18 milhões toneladas, o que correspondeu a um valor de produção de 3,34 bilhões reais. Vale ressaltar que os municípios que mais se destacaram foram Jataí, Rio Verde e Cristalina (Tabela 3).

De acordo com dados do IMB (2015b), a soja em 2013 teve a maior participação relativa na agricultura<sup>27</sup>, 40,37%, sendo seguida pela cana-de-açúcar (24,12 %) e milho (14,25%). Isso demonstra que a soja possui uma grande representatividade na participação da produção de *commodities* agrícolas no estado de Goiás. Na próxima subseção apresentar-se-á a produção de soja e impactos nos recursos hídricos no estado de Goiás.

<sup>27</sup> O IMB considera como agricultura a soma das culturas de lavoura temporária e permanente.

#### 4.4 A Produção de soja e impactos nos recursos hídricos no estado de Goiás

A soja, atualmente, é o produto agrícola com maior área plantada no estado de Goiás, além disso, o complexo soja (óleo, farelo e grãos) lidera as exportações do estado de Goiás e é responsável por substancial parcela do PIB agropecuário do estado. Contudo, diversos danos ao meio ambiente podem estar associados ao cultivo dessa leguminosa, especialmente sobre os recursos hídricos. Para o Ministério do Meio Ambiente – MMA (2003), o problema fundamental da ocupação territorial e econômica do Cerrado é o caráter predatório do modelo agropecuário dominante, que ameaça a própria existência do Bioma.

Este modelo de exploração da agropecuária que predomina atualmente é insustentável em longo prazo, e diversos impactos sobrevêm de sua atuação, tais como: i) contaminação das águas devido ao uso de agrotóxicos; ii) diminuição da capacidade hídrica dos mananciais de água; iii) assoreamento dos rios e reservatórios; iv) redução da quantidade e da qualidade da água; v) degradação e exaustão das nascentes e veredas (MMA, 2003).

O território goiano é privilegiado no que diz respeito às reservas hídricas<sup>28</sup>, uma vez que abriga várias nascentes que contribuem para a formação dos principais mananciais do país, como Paranaíba/Paraná, Araguaia/Tocantins e São Francisco (ANA, 2010).

No entanto, o modelo de ocupação das regiões de Cerrado, pautado na exploração intensiva dos recursos naturais e na consequente eliminação da vegetação nativa, é ainda desprovido de ações efetivas de desenvolvimento sustentável. Em conexão com essas considerações, Moysés e Silva (2008, p. 197) afirmam que: “A produção de *commodities* substituiu a vegetação natural por soja, milho, sorgo, e pastagens e estas não alimentam os lençóis freáticos dos Cerrados, afetando mais de 300 cursos d’água”.

Então, com a ocupação intensiva dos chapadões e, por conseguinte, a retirada da cobertura vegetal e sua substituição por vegetações temporárias de raiz superficial, a água da chuva não infiltra o suficiente para reabastecer os aquíferos. Dessa forma, o nível dos mesmos vai diminuindo ao longo do tempo, o que provoca a migração de nascentes das partes mais altas para as mais baixas e redução do volume das águas até que todo o curso d’água desapareça, sendo este um processo sem volta, irreversível (ABRAMOVAY, 1999).

---

<sup>28</sup> Conforme ANA (2010), em estudo intitulado Atlas Brasil – Abastecimento Urbano de Água, o Estado de Goiás abriga nascentes de importantes Regiões Hidrográficas, como Paraná e Tocantins-Araguaia, além de conter dentro do seu território pequena parcela sobre a bacia do São Francisco. No que se refere aos recursos hídricos subterrâneos pode-se salientar os aquíferos Bambuí, Serra Geral, Bauru-Caiuá, Domínio Poroso e o Fraturado Centro-Sul.

Com vistas a esclarecer o processo supracitado, Magalhães Júnior (2014, p. 426), em discussão acerca do papel que a cobertura vegetal desempenha em relação aos recursos hídricos, considera que:

A cobertura vegetal condiciona a dinâmica hidrológica [...], tendendo a equilibrar os fluxos e a recarga dos aquíferos quando relativamente preservada. Esse equilíbrio favorece, de forma relacionada, a conservação das nascentes, o aumento da disponibilidade hídrica e a perenização de canais fluviais. A cobertura vegetal também favorece a proteção do solo contra a erosão. Equilibrando as taxas de erosão, a vegetação condiciona a qualidade da água (turbidez, toxidade, etc.) e os riscos de assoreamento fluvial. A vegetação é um dos elos do delicado funcionamento dos sistemas ambientais. Ela equilibra as taxas de infiltração e distribuição de água no solo e, por consequência, as taxas de recarga dos aquíferos e de alimentação temporal dos cursos d'água.

Desse modo, existe uma estreita relação entre a existência de vegetação e disponibilidade e conservação dos recursos hídricos. A degradação dos solos advinda da erosão (e alguns casos de desertificação ecológica), o desmatamento e o quadro crítico de disponibilidade de recursos hídricos em virtude da irrigação são apontados como os principais impactos ambientais que a sojicultura promove (MMA, 1999 *apud* ABDALA, 2012). A consequência disso é a perda de solos, contaminação das águas e assoreamento dos rios e nascentes. Esses impactos são ainda intensificados pela construção de infraestrutura para o escoamento da produção tais como portos, ferrovias e hidrovias (ABDALA, 2012).

De acordo com Fava (2003), estudos demonstram que no estado de Goiás, a partir da década de 1990, a soja passou a ser cultivada em áreas com menor declividade associadas a solos muito arenosos. A retirada de vegetação nativa nessas áreas para o plantio de soja e também para pastagens tem acelerado o processo de erosão, ocasionando enormes voçorocas. No caso específico verificado no sudoeste goiano, o material erodido é levado por meio de canais fluviais e depositado ao longo do canal do rio Araguaia, promovendo o assoreamento e grandes bancos de areia.

Com relação ao uso excessivo de agrotóxicos, sabe-se que deixam resíduos que podem contaminar o solo, os cursos d'água e os alimentos. Além disso, conforme Shlesinger (2005 *apud* ABDALA, 2012), a pulverização por aviões pode provocar contaminação em outras áreas ameaçando pequenos produtores de outros cultivos, a produção orgânica e a qualidade das águas. Outra questão preocupante é que o uso de pesticidas constitui-se numa ameaça ao

abastecimento e ao aquífero Guarani<sup>29</sup> devido à infiltração e escoamento nas regiões de afloramento do aquífero.

Conforme Gomes *et al.* (2006), a área de afloramento do aquífero Guarani em Goiás tem aproximadamente 12.257 Km<sup>2</sup>. Boa parte dessa área está espalhada ao longo da região que compreende as nascentes do rio Araguaia, na divisa dos estados de Goiás e Mato Grosso, abrangendo principalmente os municípios de Mineiros, Jataí, Chapadão do Céu, Portelândia e Perolândia.

De acordo com Sugimoto (2009), estudos realizados na região das nascentes do rio Araguaia, na divisa de Goiás e Mato Grosso confirmam a ameaça do avanço da soja e milho na região e o uso também crescente de agrotóxicos, o que pode comprometer o aquífero. A estimativa é de que apenas 0,1% do agrotóxico aplicado em cultivos atinja seu alvo; o restante penetra no ambiente contaminando solo, água e ar, inclusive, os agrotóxicos depositados no solo podem ser transportados até as águas subterrâneas.

Outro tema que merece destaque é o desenvolvimento da agricultura irrigada, que depende da disponibilidade de recursos hídricos e do seu uso adequado. O uso da água para a irrigação representa um desafio relevante, pois atualmente no Brasil cerca de 70% da água disponível é usada em culturas irrigadas (BARROS, 2006). Na região Centro-Oeste, uma área de 400.000 hectares é irrigada, o que representa uma demanda total de irrigação para a região de 16,37% (TUNDISI; MATSUMURA-TUNDISI, 2011). Conforme dados colhidos em pesquisa realizada no ano de 2014, no estado de Goiás existiam 2.897 pivôs, distribuídos em 149 municípios e 116 bacias (MARTINS *et al.*, 2014).

Deve-se ressaltar que a irrigação via utilização de pivôs é um processo caro e extremamente prejudicial aos recursos hídricos, uma vez que demanda grande volume de água dos mananciais. De acordo com o MAPA (2015a), o resultado da irrigação na produtividade pode variar e culturas como a soja, apresentam pequena resposta à irrigação.

O IMB (2014) realizou um estudo sobre o comprometimento hídrico causado pelo uso de pivôs centrais no estado de Goiás, e para a definição da demanda hídrica considerou-se as culturas de soja, feijão e milho, que são as que mais usam esse método de irrigação em Goiás. Os resultados apresentaram regiões hidrográficas mais críticas: Cristalina (92 bacias); Água Fria de Goiás (18 bacias); Formosa (15 bacias); Cabeceiras (14 bacias); Ipameri (13 bacias);

---

<sup>29</sup> O Aquífero Guarani é o maior manancial de água doce subterrânea transfronteiriço do mundo. Está localizado na região centro-leste da América do Sul. Sua maior ocorrência se dá em território brasileiro (2/3 da área total), abrangendo os Estados de Goiás, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul (DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ÁGUA E ESGOTO DE ARARAQUARA – DAAE, 2015).

Itaberaí (10 bacias); Campo Alegre de Goiás (8 bacias); Jussara (8 bacias); Vicentinópolis (8 bacias).

É importante salientar que elevados valores de comprometimento indicam que pequenas alterações no ciclo hidrológico podem causar desabastecimento de água para esses equipamentos, resultando em quebras de safra e, assim, em aumento dos preços dos produtos agrícolas. Por isso, a economia do estado pode ser prejudicada, especialmente, nos municípios que têm pivôs instalados e, na maioria das vezes, têm na agricultura sua principal fonte de receita (IMB, 2014). Além disso, Santos e Câmara (2002 *apud* ABDALA, 2012) afirmam que sistemas de irrigação que são usados de forma não controlada causam desperdício pela perda de água do lençol freático, podendo comprometer o abastecimento futuro, especialmente para consumo humano.

De acordo com Projeções do Agronegócio elaborada pelo MAPA (2015b), a produção brasileira de soja em grãos terá um acréscimo de cerca de 33% para 2024/25 em relação à produção de 2014/15. E a área de soja deve aumentar 9,7 milhões de hectares nos próximos dez anos. Assim, essa expansão da soja deve acontecer por meio da combinação de expansão de fronteira em regiões onde ainda há terras disponíveis, ocupação de terras de pastagens e pela substituição de lavouras onde não há terras disponíveis para serem incorporadas, mas principalmente de pastagens naturais.

Por fim, conforme as Projeções do Agronegócio preparada pelo MAPA (2015b), no Brasil, a demanda interna de soja em grãos deve crescer 22,9%, enquanto que as exportações devem aumentar entre 33,9% e 61,6% no período correspondente entre 2014/15 e 2024/25. Diante desse contexto, possivelmente, a elevação da demanda por soja resultará na expansão das áreas destinadas ao seu cultivo, tornando-se necessária a expansão das áreas irrigadas em Goiás.

Dado o exposto, estratégias para promover o aumento da produção agrícola baseadas no aumento de áreas irrigadas devem considerar limitações relacionadas à disponibilidade e qualidade das águas. Dessa maneira, ações estimulando a melhoria da qualidade da água, conservação de nascentes e áreas de preservação permanente contribuirão para melhorar a qualidade e quantidade de água disponível.

De um modo geral, o desmatamento, a degradação dos solos oriundas de processos erosivos e a situação crítica de disponibilidade hídrica decorrente da irrigação de culturas como a soja, são os principais causadores de danos ambientais aos recursos hídricos pela sojicultura, e resultam em perda dos solos, contaminação da águas e assoreamento de rios e nascentes.



Mota (2009, p. 38), em discussão sobre a relação dos recursos da natureza com a preservação da vida, faz a seguinte observação:

A deterioração dos recursos naturais exerce influência na manutenção da vida na terra e somente a partir de alguns anos é que o meio ambiente passou a ser visto como supridor dos sistemas essenciais de suporte às atividades humanas/econômicas. Na visão limitada da economia, o meio ambiente era visto apenas como fonte de matéria-prima e receptor do lixo proveniente dos processos de produção e consumo, pois os bens/serviços naturais eram tratados como livres/gratuitos, abundantes em grande escala na natureza.

Para a Economia Ambiental Neoclássica, os danos ambientais supracitados são entendidos com externalidades oriundas do processo de cultivo da soja. Nesse sentido, os prejuízos causados pelas atividades econômicas devem ser internalizados (taxas) com base em utilidade e disposição a pagar, e por meio de diversas técnicas de valoração.

De acordo com Leff (2004), o paradigma econômico não consegue incorporar a lei de entropia<sup>30</sup> (fundada na lei da termodinâmica) à racionalidade econômica. As políticas e teorias econômicas buscam evitar os limites do meio ambiente e acelerar o processo de crescimento por meio da capitalização da natureza. Sobre isso o autor argumenta que: “[...] a racionalidade econômica delimita o reconhecimento e valorização de certos recursos, enquanto que outros são superexplorados, transformados ou destruídos como resultado da demanda de mercado.” (LEFF, 2002, p. 89).

Leff (2002, p. 75, grifo do autor), ao discorrer sobre a relação entre o desenvolvimento e seus impactos sobre o meio ambiente, apresenta um ponto de vista que ultrapassa a visão da Economia Convencional acerca dessa dinâmica:

O surgimento de novos fenômenos físicos e sociais, que ultrapassam a capacidade de conhecimento e os efeitos previsíveis pelos paradigmas das disciplinas tradicionais e que escapam do seu controle por meio de mecanismos de mercado, provocou o surgimento de uma *noção de meio ambiente* associada à degradação dos ecossistemas produtivos, à poluição pela acumulação de rejeitos, ao esgotamento ou superexploração dos recursos naturais, à deterioração da qualidade de vida e à desigualdade na distribuição dos custos ecológicos do desenvolvimento.

Essa noção de meio ambiente tem relação com o aporte teórico oferecido pela Economia Ecológica, que articula as inter-relações entre as atividades humanas, o uso dos recursos ambientais e seus impactos sobre a natureza. Demonstra, ainda, o papel singular que

---

<sup>30</sup> Tratado no capítulo 2.

diversos bens e serviços ecossistêmicos ofertam gratuitamente ao homem, mas que estão sendo afetados pelo processo econômico. Assim, de acordo com Leff (2002), o modo de produção, a racionalidade econômica, os sistemas políticos afetam a dinâmica de comportamento dos processos ecossistêmicos (mudanças climáticas, inundações), exigindo uma articulação das diversas ciências (ecologia, geologia, economia, história).

No próximo capítulo, apresenta-se um estudo de caso da produção de soja em Itumbiara/GO, a partir do qual, busca-se discutir as dimensões do valor da precipitação pluviométrica enquanto insumo natural essencial para aquele cultivo.

## **5 ESTUDO DE CASO DA AVALIAÇÃO DAS DIMENSÕES DO VALOR DA PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA ASSOCIADA À PRODUÇÃO DE SOJA DE SEQUEIRO EM ITUMBIARA/GO**

A discussão acerca do valor dos recursos ambientais tem sido objeto de diversas pesquisas, pois as inovações tecnológicas permitiram um avanço e uma dinâmica no processo de produção que tem trazido um crescimento econômico sem precedentes e, ao mesmo tempo, uma demanda cada vez maior por recursos ambientais.

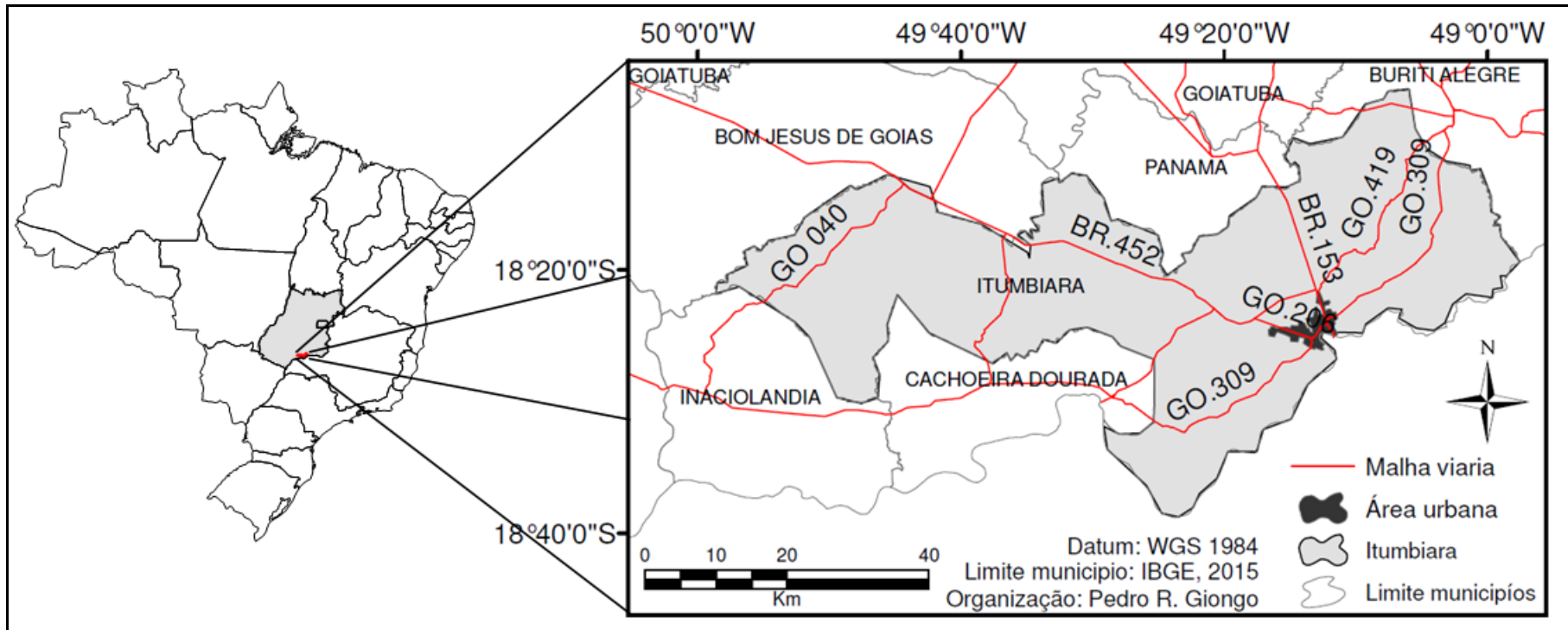
A precipitação pluviométrica possui um papel fundamental na produtividade da soja de sequeiro, o que se reflete diretamente no valor econômico da produção. Por isso, é possível verificar a dimensão do valor econômico da chuva associado à sua utilidade no processo produtivo. Entretanto, captar apenas o valor econômico da água da chuva limita a apreensão do todo que envolve as dimensões de valor deste recurso ambiental.

Portanto, este capítulo tem por objetivo, com base nos pressupostos da Economia Ecológica, que envolve a complexidade dos ecossistemas, a sua integração e a relação entre o meio ambiente e o bem-estar humano, identificar a partir da análise do insumo precipitação pluviométrica no cultivo de soja, não somente a dimensão do valor econômico fornecido pela chuva, mas também o ecológico e sociocultural.

### **5.1 Caracterização da área de estudo**

O município de Itumbiara/GO (latitude - 18°25'09''S e longitude - 49°12'55''W) localiza-se na divisa com o estado de Minas Gerais e pertence à Mesorregião do Sul Goiano e Microrregião do Meia Ponte (Instituto Mauro Borges – IMB (2016)). Conforme dados do IBGE (2016), ocupa uma área de 2.462,930 km<sup>2</sup>, possui população estimada em 2015 de 100,5 mil habitantes, com densidade demográfica de 37,71 (hab./km<sup>2</sup>). De acordo com o IBGE (2001), há uma predominância de latossolos vermelhos distróficos, distroféricos e argilossolos vermelhos e cambissolos háplicos. O mapa 1 apresenta a localização do município de Itumbiara.

Mapa 1 – Mapa de localização do município de Itumbiara/GO



Fonte: Giongo (2016).

Segundo Itumbiara (2016), no município o relevo é levemente ondulado, mas sua maioria é plana. Existem dois tipos de vegetação o campo e o Cerrado. De acordo com a classificação climática de *Köppen*, Itumbiara possui clima tropical do tipo Aw, com verões chuvosos e invernos secos. A temperatura média anual é de 23,8°C, tendo invernos secos e amenos (raramente frios) e verões chuvosos com temperaturas moderadamente altas. O mês mais quente, outubro, tem temperatura média de 38,5°C e o mês mais frio, julho, de 21,1°C. Na sequência apresenta-se a influência da precipitação pluviométrica na agricultura.

## 5.2 As precipitações pluviométricas na produção agrícola

É a partir da precipitação pluviométrica que se dá a entrada de recursos hídricos numa determinada localidade e, dessa forma, representa elemento climático importante para a produção agrícola. Buscando ampliar o campo de visão para além da análise economicista, busca-se a perspectiva da geografia do clima para subsidiar a análise proposta. Para tanto, objetiva-se demonstrar a relação entre as precipitações pluviométricas e sua importância para a agricultura e, assim, abstrair o valor intrínseco dessa relação do homem com a natureza.

De acordo com Sant'Anna Neto (2001, 2008), em discussão acerca da geografia do clima, as variáveis naturais mais importantes para a produção agrícola são as que provêm do clima<sup>31</sup>. Para esse autor, o clima pode ser considerado como um regulador da produção agrícola e elemento importante para a qualidade de vida das populações.

Também, é importante mencionar a relação entre o sistema climático e o desenvolvimento dos sistemas ecológicos:

O sistema climático é responsável por todos os sistemas ecológicos existentes, uma vez que o seu funcionamento proporciona as condições necessárias à criação de um ambiente, em que os fluxos de entrada e saída de energia possibilitam a produção e reprodução de espécies (OLIVEIRA, 2010, p. 39).

Dentre os bens e serviços ambientais fornecidos pelo meio ambiente, a precipitação pluviométrica foi escolhida como elemento para representar o valor dos recursos da natureza para o desenvolvimento da discussão proposta nesta dissertação por ser, segundo Oliveira (2010, p. 41): “[...] a variável que exerce maior influência na produção agrícola nas regiões

---

<sup>31</sup> O clima é, segundo Oliveira (2010), constituído por temperatura, precipitação, umidade, radiação solar, dentre outros.

tropicais, por exemplo, com a entrada de recursos hídricos essenciais para as atividades agrícolas que são desenvolvidas nas estações chuvosas”.

Ainda, conforme Oliveira (2010), a precipitação pluviométrica é elemento que define as condições ambientais, que determina as qualidades físicas do meio ao desenvolvimento agrícola. Dessa forma, “[...] o volume de precipitações ocorridas ao longo do ano, bem como a sua distribuição temporal no espaço, imprimem ao meio ambiente características que dificultam ou facilitam o estabelecimento de determinados processos produtivos agrícolas.” (OLIVEIRA, 2010, p. 41).

Sant’Anna Neto (2001, 2008) afirma que é necessário incorporar a dimensão social na interpretação do clima. Os fenômenos atmosféricos que ocorrem em um território repercutem e são apropriados de forma desigual pelos agentes sociais. A entrada de uma frente fria, por exemplo, espacializa-se de forma mais ou menos igual em determinado espaço (escala local). Entretanto, produzirá diferentes efeitos socioeconômicos, em virtude das diferentes capacidades dos diversos grupos sociais de se defenderem de tal situação.

Um exemplo dessa situação na produção agrícola é dado por Sant’Anna Neto (2008), que busca na relação entre clima e rentabilidade agrícola esclarecer a situação supracitada. Supondo que, num ano atípico, o regime de chuvas não tenha atendido às expectativas dos produtores rurais no que diz respeito às necessidades fenológicas de determinada cultura. Associando a análise climática ao balanço hídrico e ao calendário agrícola, poder-se-ia com facilidade encontrar uma explicação para a irregularidade. E com dados da produção e área cultivada poderia ser calculada a rentabilidade da cultura e sua possível redução em razão do padrão pluviométrico irregular.

Contudo, Sant’Anna Neto (2008) esclarece que tais procedimentos não permitem uma compreensão das dimensões sociais, políticas e econômicas que estão envolvidas nesse processo. Deve-se considerar a existência de políticas públicas que privilegiam o grande produtor rural, que tem condições de obter e utilizar das tecnologias existentes (sementes selecionadas, irrigação). Dessa forma, um evento climático que ocorra numa mesma região atinge os produtores numa magnitude diferente, em virtude do grau de capitalização, do acesso ao aparato tecnológico e potencial cooperativo.

Nessa perspectiva, a entrada de recursos hídricos que se dá por meio da precipitação pluviométrica é elemento fundamental para a produção e produtividade na agricultura, o que imprime a essa variável um valor que pode ser expresso a partir do valor de uso e do valor de

existência<sup>32</sup> desse recurso da natureza. Assim, a rentabilidade do produtor, especialmente na agricultura de sequeiro, está diretamente relacionada à oferta adequada de recursos hídricos, assim como do conhecimento acerca do funcionamento do clima (plântio no período correto).

Também, é possível entrever que, para além da dimensão econômica, outras dimensões fazem parte integrante desse processo, as dimensões ecológica e sociocultural. Desse modo, o cerne dessa discussão centra-se exatamente na busca por uma visão holística da relação entre o homem e a natureza e da apreensão de um valor para a precipitação pluviométrica que ultrapasse a função econômica dos recursos da natureza. Nesse ponto, a Economia Ecológica consegue oferecer uma visão mais abrangente do papel dos recursos ambientais tanto para o homem quanto para a própria natureza. Em seguida expõe-se a fenologia e o desenvolvimento da cultura de soja.

### 5.3 Cultivo de soja: fenologia e desenvolvimento

A soja, cujo nome científico é *Glycine max (L.) Merrill*, é uma planta pertencente à família das leguminosas e é originária da China. É um grão rico em proteínas, pode ser consumido pelo homem e pelos animais (EMBRAPA SOJA, 2004). Sedyama (2009), em estudos sobre tecnologias de produção e usos da soja, afirma que essa leguminosa é uma das plantas mais relevantes do mundo, possui grão rico em proteínas (40%) e óleo (20%). Segundo a Embrapa (2016), é um grão que origina produtos e subprodutos utilizados na agroindústria, na indústria química e de alimentos<sup>33</sup>.

Farias *et al.* (2009), em estudo sobre a fenologia e o desenvolvimento da soja, diz que as condições de cultivo provêm da variação dos elementos meteorológicos e da região, do tipo de solo, da época de semeadura e do ciclo da cultura. Portanto, o conhecimento da fenologia da soja permite identificar e agrupar os estádios de desenvolvimento do cultivo e, dessa forma, relacioná-los com as necessidades específicas da cultura ao longo do ciclo. Os estádios que compõem cada período de desenvolvimento da soja podem ser visualizados no quadro 8.

---

<sup>32</sup> O Valor de uso e o valor de existência foram abordados no capítulo 3.

<sup>33</sup> Na alimentação humana, a soja está na composição de embutidos, chocolates, temperos. A proteína de soja é a base de ingredientes de padaria, massas, produtos de carne, cereais, misturas preparadas, bebidas, alimentação para bebês e alimentos dietéticos. Também é usada na indústria de adesivos e nutrientes, alimentação animal, adubos, formulador de espumas, fabricação de fibra, revestimento, papel emulsão de água para tintas. Entretanto, o uso mais conhecido é como óleo refinado, obtido a partir do óleo bruto. Ultimamente, a soja tem sido usada como fonte alternativa de combustível a partir da produção de biodiesel (EMBRAPA, 2016).

**Quadro 8 – Estádios de desenvolvimento da soja**

<b>Período</b>	<b>Estádio</b>	<b>Descrição</b>
<b>Vegetativo</b>	VE	Cotilédones acima da superfície do solo
	VC	Cotilédones completamente abertos
	V1	Folhas unifolioladas completamente desenvolvidas
	V2	Primeira folha trifoliolada completamente desenvolvida
	V3	Segunda folha trifoliolada completamente desenvolvida
	Vn	Ante-enésima folha trifoliolada completamente desenvolvida
<b>Reprodutivo</b>	R1	Início do florescimento - Uma flor aberta em qualquer nó do caule
	R2	Florescimento pleno - Uma flor aberta, num dos 2 últimos nós do caule, com folha completamente desenvolvida
	R3	Início da formação da vagem - vagem com 5 mm de comprimento, num dos 4 últimos nós do caule, com folha completamente desenvolvida
	R4	Vagem completamente desenvolvida - Vagem com 2 cm de comprimento, num dos 4 últimos nós do caule, com folha completamente desenvolvida
	R5	Início do enchimento do grão - Grão com 3 mm de comprimento em vagem, num dos 4 últimos nós do caule, com folha completamente desenvolvida
	R6	Grão cheio ou completo - vagem contendo grãos verdes, preenchendo as cavidades da vagem de um dos 4 últimos nós do caule, com folha completamente desenvolvida
	R7	Início da maturação - uma vagem normal no caule, com coloração madura
	R8	Maturação plena - 95% das vagens com coloração de madura

Fonte: Farias *et al.* (2009) e Fehr e Caviness (1977).

Fehr e Caviness (1977) propuseram um sistema que decompõe o desenvolvimento da soja em estádios vegetativos (V) e estádios reprodutivos (R). As letras V e R são seguidas de índices numéricos que identificam estádios específicos, as únicas exceções são os estádios VE (emergência) e VC (cotilédone).

Conforme Mundstock e Thomas (2005), em publicação sobre os fatores que afetam o crescimento e o rendimento dos grãos de soja, o período vegetativo é a fase que vai desde a semeadura até o florescimento, já o período reprodutivo vai do florescimento até a colheita.



Esta fase compreende o florescimento (R1 e R2), o desenvolvimento dos legumes (R3 e R4), o enchimento dos grãos (R5 e R6) e maturação (R7 e R8).

De acordo com o Centro de Inteligência da Soja – CISoja (2016), existe grande diversidade de ciclos. Geralmente, os cultivares brasileiros têm ciclos que variam entre 100 e 160 dias, e são classificados em grupos de maturação como precoce, semiprecoce, médio, semitardio e tardio, dependendo da região. Os ciclos de soja em Goiás, conforme os grupos de maturação, podem ser visualizados na tabela 4.

**Tabela 4 – Grupos de maturação e ciclo (dias) da soja em Goiás**

Grupos de maturação	Ciclo
Precoce	Até 125 dias
Médio	De 126 a 140 dias
Tardio	> de 140 dias

Fonte: Adaptada de Embrapa Soja (2013).

A Embrapa Soja (2013), em estudo que visa facilitar a tomada de decisão do produtor rural quanto à época de semeadura, diversidade de ciclos das cultivares e ao sistema de sucessão/rotação de culturas, demonstra que, no estado de Goiás, são indicados os grupos de maturação precoce (125 dias), médio (126 a 140 dias) e tardio (> a 140 dias).

Como a soja é uma cultura voltada para atender tanto o mercado interno quanto externo e tem uma importância expressiva na pauta de exportação brasileira, a padronização da sua semente, a produção e a produtividade são elementos significativos no cultivo desse grão.

Farias *et al.* (2001, p. 416) afirmam que “a imprevisibilidade das variações climáticas confere à ocorrência de adversidades climáticas o principal fator de risco e de insucesso no cultivo de soja”. É importante destacar que, com vistas ao bom desenvolvimento do cultivo de soja de sequeiro, os elementos climáticos como disponibilidade hídrica, térmica e fotoperiódica são fundamentais.

A água representa cerca de 90% do peso da planta, agindo, em praticamente, todos os processos fisiológicos e bioquímicos. Exerce a função de solvente, transportando gases, minerais e outros solutos na planta, também age como regulador térmico, atuando tanto para o resfriamento quanto na manutenção e distribuição do calor na planta (FARIAS *et al.*, 2009).

A Embrapa Soja (2011), com base em resultados de pesquisas e discussões da XXXII da Reunião de Pesquisa de Soja da Região Central do Brasil sobre tecnologias de produção de

soja, demonstra que a disponibilidade de água é fundamental em duas etapas de desenvolvimento da soja:

- i) Germinação-emergência: nesse período o excesso, assim como o *déficit* de água prejudicam uma boa uniformidade das plantas e
- ii) Floração-enchimento de grãos: à medida que a soja se desenvolve, a necessidade hídrica da planta vai aumentando e alcança seu máximo nesse período. Assim, *déficits* hídricos significativos nas fases de floração e enchimento de grãos podem resultar em decréscimo do rendimento de grãos.

Na cultura da soja, a necessidade total de água para obtenção do máximo rendimento, está entre 450 a 800 mm/ciclo, dependendo das condições climáticas, do manejo da cultura e da duração do ciclo. A cultura de soja vai exigindo cada vez mais água de conformidade com o desenvolvimento da planta, seu ponto máximo durante a floração/enchimento de grãos (7 a 8 mm/dia), reduzindo após esse período (EMBRAPA SOJA, 2011).

Embora atualmente se verifique um amplo conhecimento acerca do cultivo de soja, que permite inovações técnicas na maior parte das lavouras do Brasil, a má disponibilidade hídrica é o principal entrave ao rendimento da cultura, pois a deficiência de água causa estresse, o que resulta em plantas pouco desenvolvidas (FARIAS *et al.*, 2009).

A ocorrência de *déficits* hídricos significativos, durante a floração e o enchimento de grãos, resultam em modificações fisiológicas na planta, como o fechamento estomático e o enrolamento de folhas e, conseqüentemente, originam a queda prematura de folhas e de flores e abortamento de vagens, resultando, por fim, em diminuição do rendimento de grãos (EMBRAPA SOJA, 2011).

Isto posto, é importante destacar que, segundo Farias *et al.* (2009), os prejuízos, durante a fase de enchimento de grãos, são ainda maiores que os que ocorrem na fase de floração. Logo, para um bom desempenho, a cultura de soja necessita de volume adequado de água, com boa distribuição de chuvas ao longo do ciclo, sobretudo nas fases críticas.

Ainda sobre rendimento do grão e *déficit* hídrico, Farias *et al.* (2009, p. 271-272) afirmam que: “o efeito [...] do *déficit* hídrico sobre o rendimento da cultura dependerá da intensidade, da duração do *déficit* hídrico, da época de ocorrência da cultivar, do estágio de desenvolvimento da planta e da interação com outros fatores determinantes do rendimento”. Partindo desse princípio, a ausência de chuvas de forma isolada, não representa ocorrência de *déficit* hídrico (FARIAS *et al.*, 2009).

As conseqüências do *déficit* hídrico podem ser minoradas por meio da semeadura de cultivares adaptados à região e às condições do solo, semear na época recomendada e que

apresente menor risco climático; semear com umidade apropriada em todo o perfil do solo e adotar métodos que favoreçam o armazenamento de água pelo solo. Destaca-se, que a irrigação pode ser uma medida eficaz, entretanto de custo alto (EMBRAPA SOJA, 2011).

No que se refere às exigências térmicas do cultivo de soja, segundo a Embrapa Soja (2011), essa leguminosa se adapta melhor nas regiões em que a temperatura oscila entre 20°C e 30°C, sendo que a temperatura ideal para seu crescimento e desenvolvimento está em torno de 30°C.

Já com relação às necessidades fotoperiódicas, pode-se dizer que se trata de uma característica variável entre os cultivares, em outras palavras, cada cultivar possui seu fotoperíodo crítico, acima do qual o florescimento é atrasado. Por essa razão, a soja é considerada planta de dia curto. Devido a esse atributo, a faixa de adaptabilidade de cada cultivar sofre variação conforme se desloca em direção ao norte ou ao sul (FARIAS *et al.*, 2009).

As diferentes cultivares de soja se adaptam em determinadas regiões devido ao atendimento das exigências hídricas, térmicas e fotoperiódicas. A indução ao florescimento é, em maior ou menor grau, na maioria das cultivares determinada pelo fotoperíodo, sendo modulada pela temperatura. A sensibilidade ao fotoperíodo pode variar entre cultivares, ou seja, cada cultivar possui seu fotoperíodo crítico (FC), acima do qual o florescimento pode atrasar (FARIAS *et al.*, 2009).

A soja é considerada planta de dias curtos, sendo que o florescimento ocorre de qualquer forma, mais rapidamente conforme os dias ficam mais curtos e atrasa, progressivamente, conforme o fotoperíodo excede ao fotoperíodo crítico específico de cada genótipo. De um modo geral, distintos cultivares têm fotoperíodos críticos diferentes, que ficam em torno de 13h a 14h (FARIAS *et al.*, 2009). Na próxima subseção apresentar-se-á a produção de soja em Itumbiara.

#### **5.4 A produção de soja de sequeiro em Itumbiara/GO**

De acordo com dados fornecidos pela empresa Caramuru Alimentos<sup>34</sup> (2014), no município de Itumbiara, planta-se predominantemente a variedade de soja precoce, com ciclo

---

<sup>34</sup> A empresa Caramuru Alimentos está atualmente nos estados de Goiás, Paraná, Mato Grosso e São Paulo e atua nos segmentos animal, industrial, produtos de consumo, *commodities*, biodiesel e logística. O grupo atende diversos consumidores no país por meio de suas diversas linhas de produtos naturais à base de soja, milho, girassol e canola, além de fornecer matéria-prima para fabricantes de massas, biscoitos, e outros segmentos, como cervejarias, mineradoras e a indústria de ração (CARAMURU, 2014).

de até 125 dias. O período recomendado para o plantio de soja em Itumbiara vai de outubro a dezembro, conforme indicação do zoneamento de risco agrícola (AGRITEMPO, 2016). Normalmente, o plantio ocorre no último decênio do mês de outubro (Quadro 8). Em linhas gerais, faz-se o uso de plantio direto e também o aproveitamento de outros cultivos por meio do processo de rotação de culturas, tais como milho de safrinha, sorgo e girassol. Os estádios fenológicos da soja, o número médio de dias e o intervalo de dias em Itumbiara está disposto no quadro 9.

**Quadro 9 - Estágios fenológicos da soja, número médio de dias e intervalo de dias em Itumbiara/GO**

<b>Estádios</b>	<b>Número médio de dias</b>	<b>Intervalo de dias*</b>
<b>Período vegetativo</b>		
Semeadura - VE	10	20/out.
VE – VC	5	01/nov.
VC – V1	5	06/nov.
V1 – V2	5	15/nov.
V2 – V3	5	20/nov.
V3 – V4	5	25/nov.
V4 – V5	5	30/nov.
V5 – V6	3	03/dez.
Acima de v6	3	06/dez.
<b>Período reprodutivo</b>		
R1 – R2	3	09/dez.
R2 – R3	20	29/dez.
R3 – R4	9	07/jan.
R4 – R5	9	16/jan.
R5 – R6	15	31/jan.
R6 – R7	18	18/fev.
R7 – R8	10	28/fev.

Fonte: Adaptado de Fehr e Caviness (1977).

\* O intervalo de dias foi elaborado conforme dados de Agritempo (2016) e informações fornecidas pela Caramuru Alimentos (2016). O mesmo se constitui em apenas uma referência dentro do período indicado para o cultivo, pois esse intervalo pode variar de produtor para produtor.

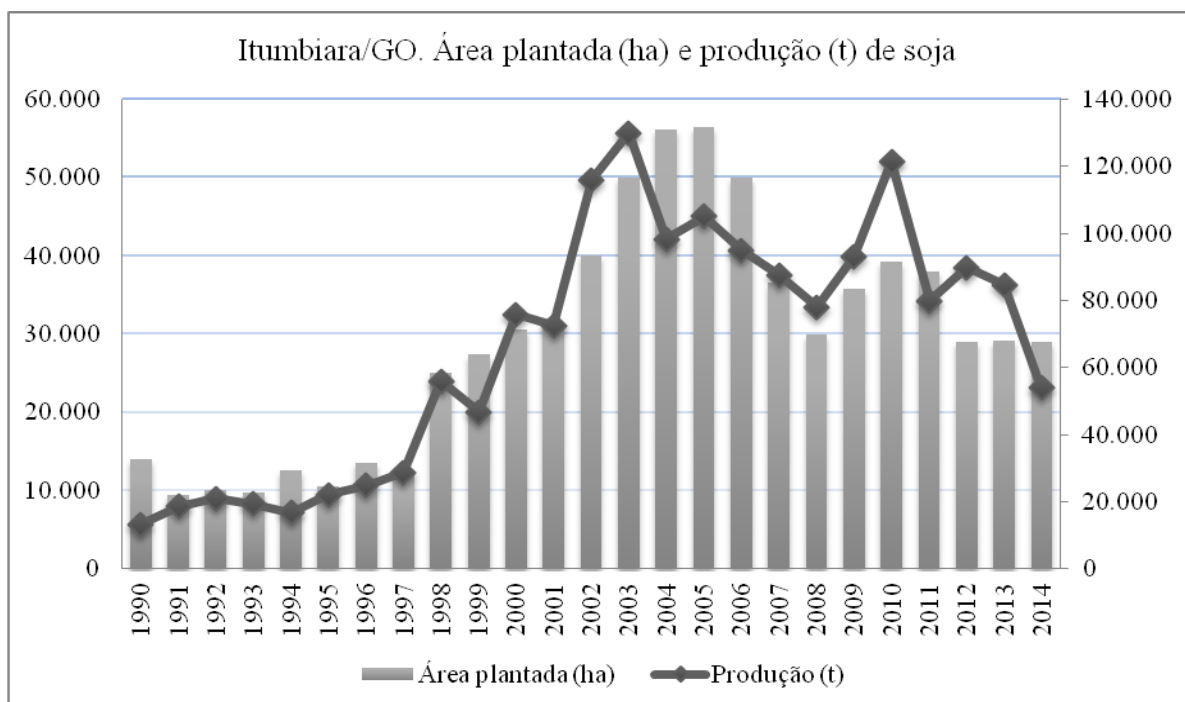
Considerando que o plantio de soja aconteça, hipoteticamente, por volta de 20 de outubro, o período vegetativo da cultura ocorrerá entre 01 de novembro e 06 de dezembro e o

período reprodutivo entre os dias 09 e 28 de fevereiro, conforme pode ser verificado no quadro 9.

No que se refere às etapas da atividade agrícola, como preparo do solo, plantio acompanhamento técnico e agrônômico e colheita, em Itumbiara, de um modo geral, faz-se o uso de tecnologia disponível, baseada em uso de máquinas e equipamentos agrícolas, uso de calagem, tratamento de sementes com inseticidas e fungicidas, aplicação de nitrogênio, inseticidas e fungicidas, além de outros, de conformidade com a disponibilidade de renda do produtor (CARAMURU ALIMENTOS, 2014).

A evolução da área plantada e da produção de soja no município de Itumbiara (GO) pode ser observada no gráfico 3.

**Gráfico 3 – Área plantada e produção (t) de soja de sequeiro em Itumbiara/GO (1990 a 2014)**



Fonte: Elaboração própria a partir de dados do IBGE (2016b).

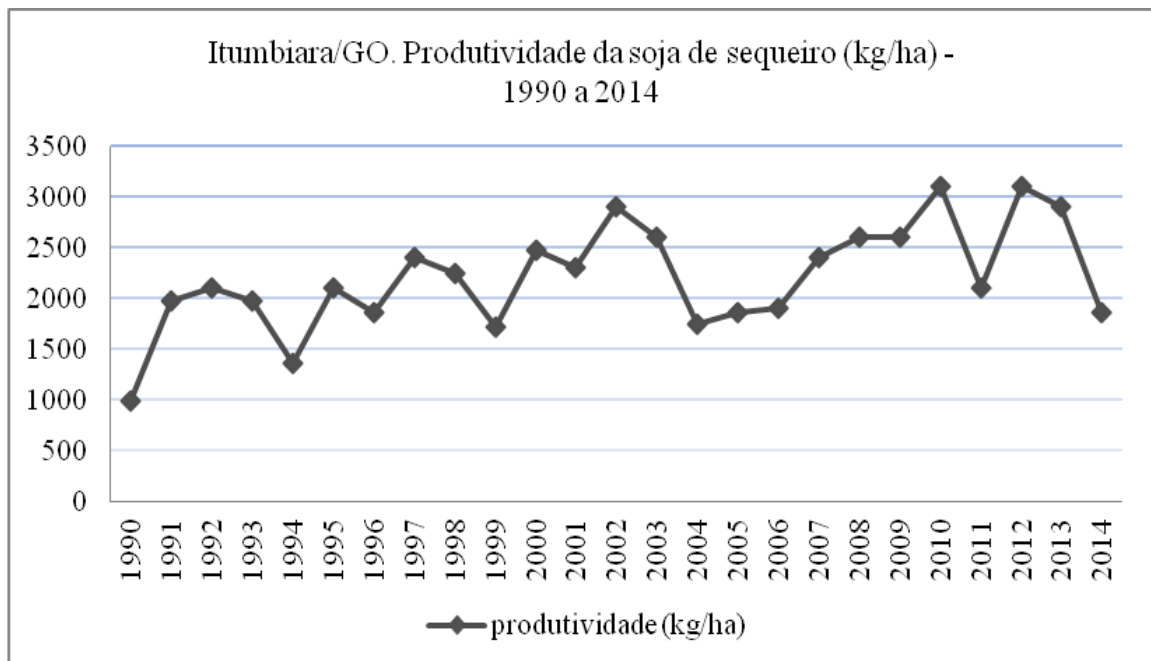
No levantamento de área plantada de soja de sequeiro no município de Itumbiara, percebeu-se uma oscilação no período de 1990 a 2014. De 1990 a 1997, a área plantada permaneceu constante, em torno de 13 mil hectares (ha) plantados. Já de 1998 a 2005, verificou-se uma forte ampliação da área plantada, que saiu de 12 mil (ha) para 56,5 mil (ha) de área plantada. A partir de 2006 começa a haver um declínio da área plantada, que chega a 29 mil hectares em 2014. De acordo com a CONAB (2006), a falta de estímulo à cultura de

soja deve-se às baixas cotações do produto nos mercados interno e externo, somado à desvalorização cambial e descapitalização do produtor, bem como a expansão da cultura de cana-de-açúcar, sendo essa última, a razão principal do decréscimo da área plantada.

Quanto à produção de soja de sequeiro em Itumbiara foi de 13,1 mil toneladas (t) em 1990, tendo um incremento a partir de 1998, quando a produção chegou a 28,8 mil (t). Desde então, passa a ter um crescimento constante em consonância com a ampliação da área plantada, chegando a produzir 130 mil (t) de soja em 2003, quando passa a declinar até chegar ao patamar de 53 mil (t) em 2014, exceto no ano de 2010, cuja produção foi de aproximadamente 121 mil (t) o que, de acordo com a CONAB (2010), ocorreu devido às condições climáticas favoráveis para a produção naquele ano.

Já no que diz respeito à produtividade da cultura, pode-se perceber que oscilou bastante ao longo do período 1990 a 2014, o que pode ser visualizado no gráfico 4.

**Gráfico 4 – Produtividade da soja de sequeiro em Itumbiara/GO – 1990 a 2014 (kg/ha)**



Fonte: Elaboração própria com base em dados do IBGE (2016b).

Entre 1990 e 2014, a soja, apresentou uma produtividade média de 2.208 kg/ha. Há que se considerar, que as inovações técnicas somadas ao período correto de cultivo e clima favorável são fatores decisivos para uma boa produtividade na cultura de soja de sequeiro. No período analisado, a produtividade mais baixa ocorreu em 1990 e as mais elevadas nos anos de 2010 e 2012, quando as safras alcançaram um rendimento médio de 3.100 kg/ha. Deve-se

dar destaque ao ano de 2014, em que a produtividade foi de apenas 1.860 kg/ha em decorrência de deficiência hídrica por falta de chuva no período.

Por fim, vale mencionar que entre 2004 e 2014, o perfil da produção agrícola de Itumbiara alterou-se bastante. As principais culturas destinadas à produção de alimentos no município reduziram-se em função da expansão da área plantada de cana-de-açúcar. A evolução das áreas plantadas de arroz, feijão, milho, soja e cana-de-açúcar pode ser observada na tabela 5.

**Tabela 5 – Evolução do cultivo de arroz, feijão, milho, soja e cana-de-açúcar em Itumbiara/GO – 2004 e 2014 (área plantada em hectares)**

<b>Tipo de cultura</b>	<b>2004</b>	<b>2014</b>
Arroz	250	100
Feijão	100	80
Milho	2.970	9.700
Soja	56.150	29.000
Cana-de-açúcar	4.890	41.500

Fonte: Elaboração própria com base em dados do IBGE (2016a).

Em 2004, a principal cultura voltada para a produção de alimentos era a soja, com uma área plantada de 56.150 ha, entretanto em 2014 reduziu-se para apenas 29.000 ha. Isso ocorreu, dentre outros fatores, pela expansão da área plantada de cana-de-açúcar, que saiu de um patamar de somente 4.890 ha em 2004 para 41.500 ha em 2014. Em seguida apresenta-se a relação entre a precipitação pluviométrica e a produção de soja de sequeiro em Itumbiara.

### **5.5 A precipitação pluviométrica e a produção de soja de sequeiro em Itumbiara/GO**

As condições climáticas exercem um papel fundamental no processo de produção na agricultura. Com vistas a verificar a influência da variabilidade da precipitação pluviométrica na produção de soja de sequeiro em Itumbiara, adotou-se como parâmetro, inicialmente, a análise do volume de chuvas (mm) no período proposto, analisando-se as alturas pluviométricas e a média pluviométrica mensal no período de 1985 a 2014. Os dados de precipitação pluviométrica foram obtidos a partir da estação de Itumbiara (1849016) do Sistema de Informações Hidrológicas obtidas por intermédio da ANA (2016).

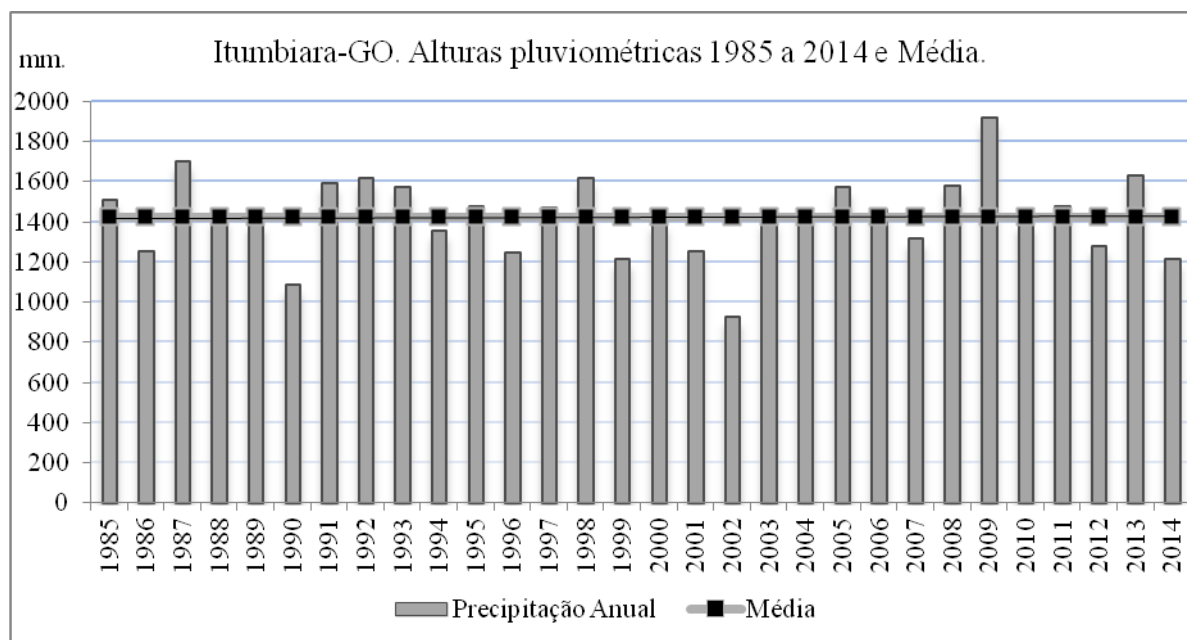
Em seguida, considerando-se o período de outubro a fevereiro, que é a fase de cultivo de soja em Itumbiara, e que as condições de temperatura e fotoperiódicas foram satisfeitas,

com vistas a verificar a relação entre a precipitação pluviométrica e a produtividade agrícola da soja, foi selecionada especificamente a safra 2011/12, em que o rendimento da cultura foi acima da média e a safra 2013/14, em que ocorreu um rendimento muito inferior ao esperado.

Uma boa distribuição de precipitação pluviométrica no município constitui-se em insumo produtivo fundamental para garantir a produtividade da cultura e pode-se inferir que as variações quantitativas no volume de chuvas podem influenciar o rendimento médio da lavoura de soja, refletindo diretamente no valor da produção.

A partir dos dados de precipitação pluviométrica da estação de Itumbiara (1849016), as alturas pluviométricas anuais de Itumbiara podem ser comparadas com a média histórica para o período de 1985 a 2014. As alturas pluviométricas entre 1985 e 2014 podem ser visualizadas no gráfico 5.

**Gráfico 5 - Alturas pluviométricas de 1985 a 2014 e média em Itumbiara/GO**



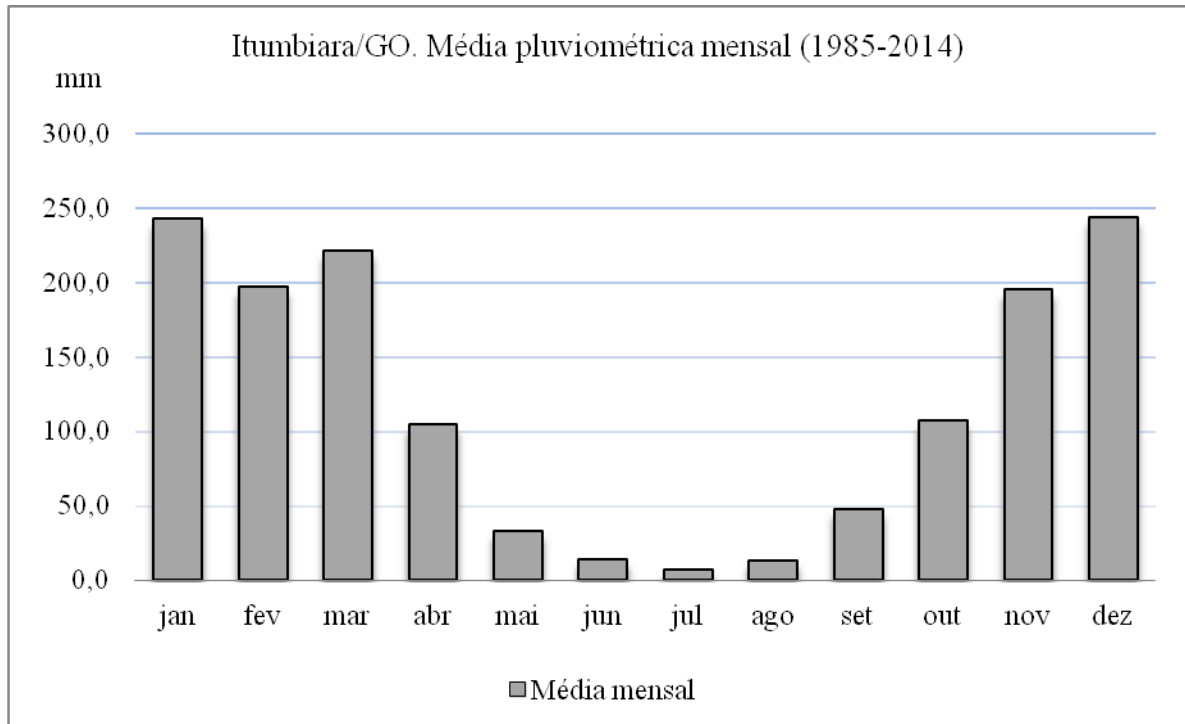
Fonte: Elaboração própria com base em dados da ANA (2016).

Verificou-se uma precipitação média anual de 1.425,5 mm, considerado um valor suficiente para a execução das atividades agrícolas no município. Nesse período, percebe-se uma variação significativa na média, destacando-se os anos de 1990 e 2002 em que a precipitação média anual foi bem inferior à média. Em 1990, foi de 1.081,3 mm, o que representou um volume pluviométrico 24% menor que a média e, em 2002, foi de 923 mm, representando um decréscimo de 35% em relação à média. O extremo também foi verificado, em alguns anos, o volume pluviométrico foi superior à média, com destaque para 1987 e



2009, que apresentaram incrementos de 19% e 34,5%, respectivamente. A média pluviométrica mensal do município de Itumbiara pode ser observada no gráfico 6.

**Gráfico 6 – Média pluviométrica mensal de Itumbiara/GO (1985-2014)**

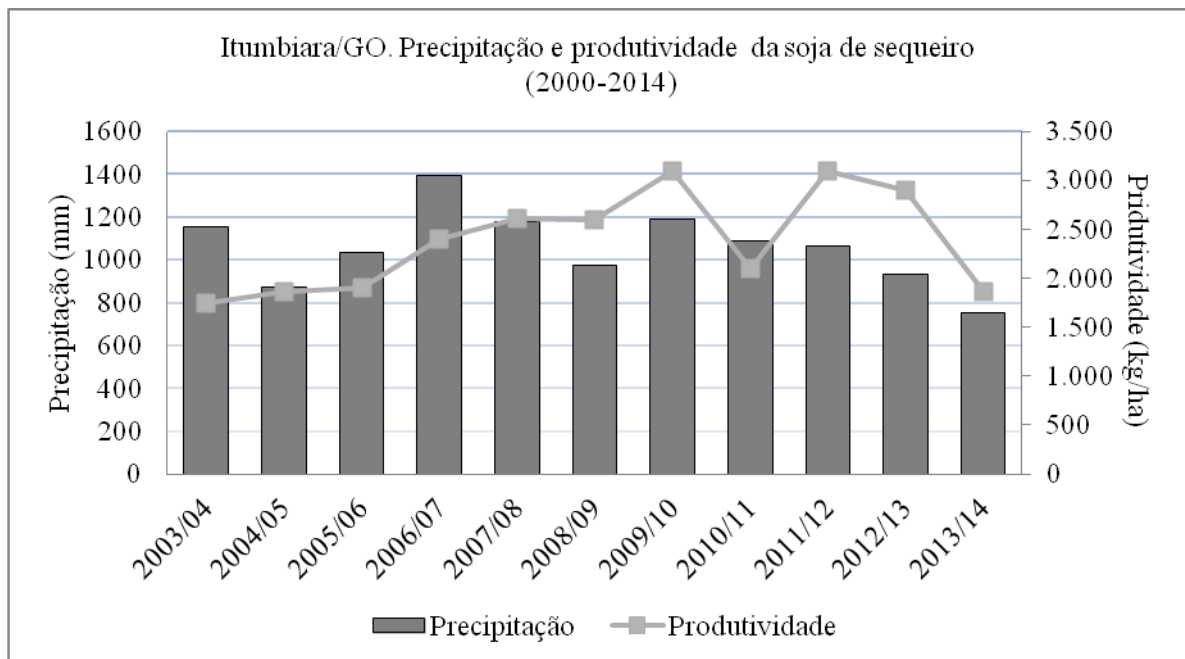


Fonte: Elaboração própria com base em dados da ANA (2016).

A média pluviométrica do município de Itumbiara/GO foi elaborada com dados de precipitação mensal de 1985 a 2014. Observando-se que os períodos de precipitação apresentam uma concentração entre os meses de outubro a abril, enquanto que o período seco tem início em maio e vai até o mês de setembro.

Como já mencionado anteriormente, a chuva é fator crucial para o rendimento das lavouras, especialmente as de sequeiro. Para se identificar a relação entre a precipitação pluviométrica ao longo do período de cultivo e o rendimento médio da soja de sequeiro em Itumbiara, foi elaborado o gráfico 7. E para que possam ser visualizadas as variações na produtividade e os seus impactos no valor da produção, elaborou-se a tabela 6, na qual consta área plantada, produção e produtividade da soja no município de Itumbiara nas safras 2003/04 a 2013/14.

**Gráfico 7 – Precipitação pluviométrica e produtividade da soja em Itumbiara/GO  
(safra 2003/04-2013/14)**



Fonte: Elaboração própria com base em dados da Ana (2016) e IBGE (2016b).

**Tabela 6 – Área plantada, produção e produtividade da soja em Itumbiara/GO  
(Safras 2003/04 – 2013/14)**

Safra	Área plantada (ha)	Produção (t)	Produtividade (kg/ha)	Produtividade ( $\Delta\%$ )
2003/04	56.150	98.360	1.751	-
2004/05	56.500	105.090	1.860	6,23
2005/06	50.000	95.000	1.900	2,15
2006/07	36.500	87.600	2.400	26,32
2007/08	30.000	78.090	2.603	8,46
2008/09	35.800	93.080	2.600	-0,12
2009/10	39.200	121.520	3.100	19,23
2010/11	38.000	79.800	2.100	-32,26
<b>2011/12</b>	<b>29.000</b>	<b>89.900</b>	<b>3.100</b>	<b>47,62</b>
2012/13	29.200	84.680	2.900	-6,45
<b>2013/14</b>	<b>29.000</b>	<b>53.940</b>	<b>1.860</b>	<b>-35,86</b>

Fonte: Elaboração própria com base em dados do IBGE (2016b).

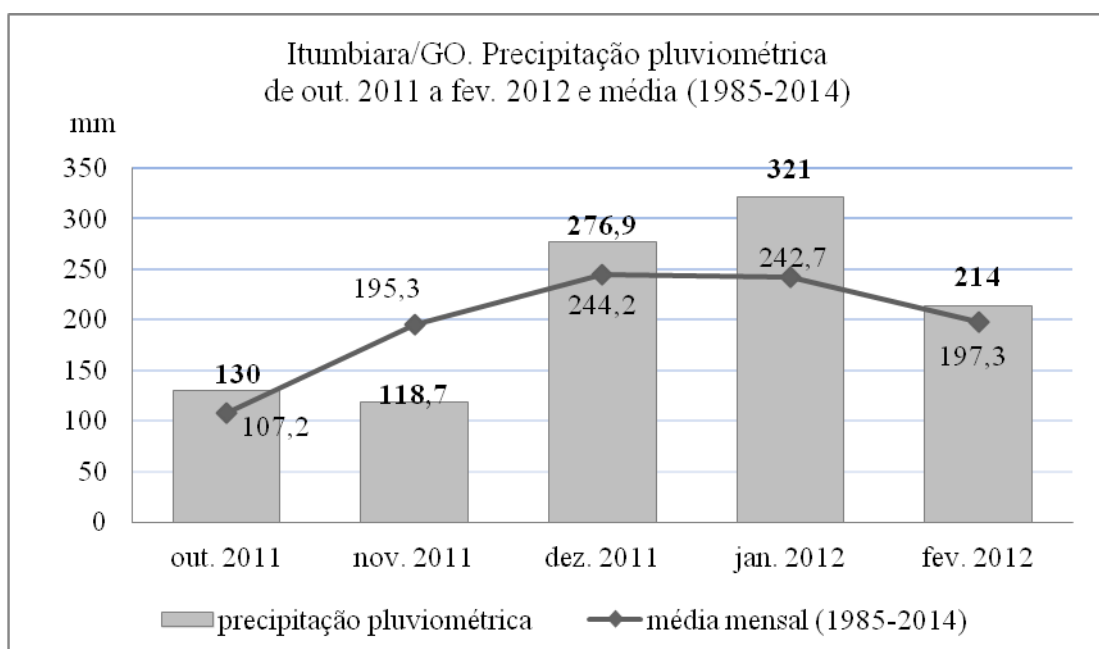
Pode-se constatar, a partir do gráfico 7, uma oscilação na produtividade da soja de sequeiro nas safras 2003/04 a 2013/14 em Itumbiara. E que, de um modo geral, os maiores rendimentos da soja ocorreram quando o volume de precipitação pluviométrica ficou em 800 mm ou acima. O rendimento médio para a região foi de 2.379 kg.

As safras 2003/04, 2004/05, 2005/06, 2010/11 e 2013/14 tiveram um baixo rendimento (tab. 6). Segundo Benetti (2005), a quebra na safra de 2003/04 deveu-se ao excesso de chuvas e ao fungo conhecido por ferrugem asiática, que afetou seriamente as lavouras de soja nas regiões do Cerrado brasileiro. Segundo dados da Conab (2006), nas safras 2004/05 e 2005/06 o rendimento permanece baixo, sobretudo em função da ferrugem asiática. Na safra de 2010/11, segundo informações da Cepea (2012), apesar do clima quente e boa distribuição de chuvas, o baixo rendimento decorreu do aumento de lagartas nas lavouras de soja do Cerrado.

Já nas safras 2009/10, 2011/12 e 2012/13 foram identificados os maiores níveis de produtividade (tab. 6). Nesses anos, as lavouras de soja puderam contar com um nível de chuvas satisfatório no que diz respeito às necessidades hídricas da cultura, resultando num bom desempenho da cultura em seus estágios críticos, floração e enchimento de grãos.

Para uma análise mais detalhada da influência da precipitação pluviométrica na produtividade, foram selecionadas as safras de 2011/12 e 2013/14. Na safra de 2011/12, o rendimento da soja foi de 3.100 kg/ha, o nível mais alto alcançado nos últimos anos, que se deveu a um ano com regime de chuvas favorável ao cultivo. A precipitação mensal para a safra 2011/12 e a comparação com a média pluviométrica (1985-2014) pode ser visualizada no gráfico 8.

**Gráfico 8 – Precipitação mensal de out. 2011 a fev. 2012 e média mensal (1985-2014) em Itumbiara/GO**

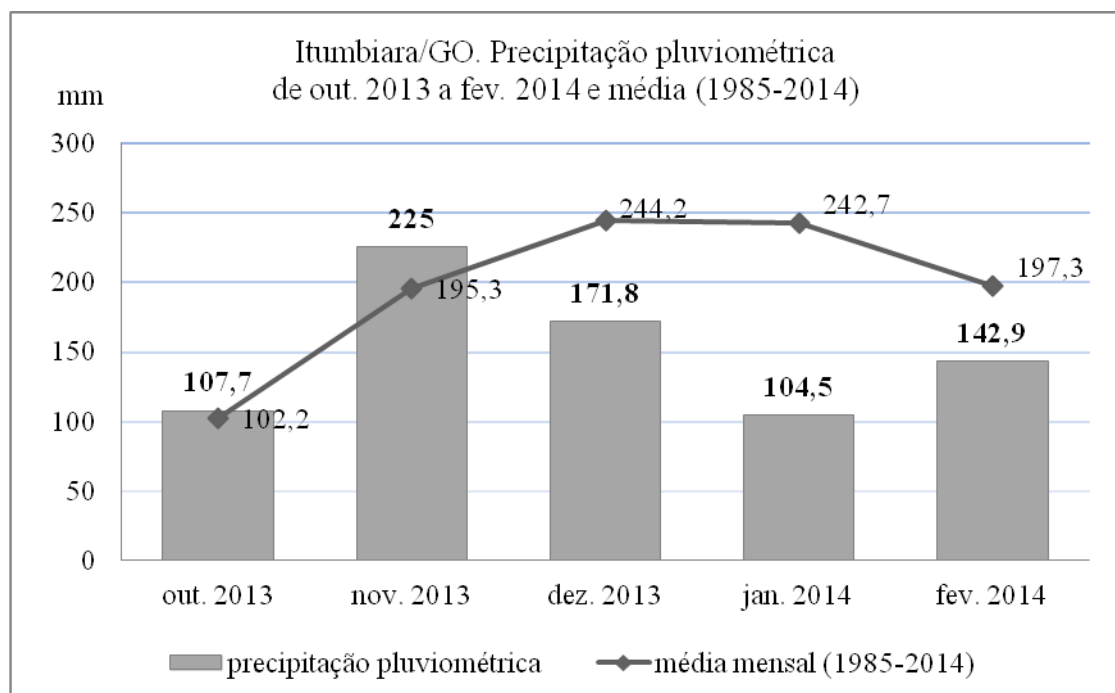


Fonte: Elaboração própria com base em dados da ANA (2016).

Por meio dos dados do gráfico 8, pode-se observar que, apesar do mês de novembro ter chovido um volume inferior à média, nos meses de dezembro, janeiro e até o primeiro decênio de fevereiro, houve excelente distribuição de chuvas, quando ocorrem a fase de florescimento e enchimento de grão, respectivamente. Essas são as fases em que a planta mais necessita de água. Nesse sentido, verificou-se, na safra 2011/12, uma excelente produção, que resultou num acréscimo na produtividade em relação à safra anterior de 47,6% (tab. 6), o que impactou positivamente no valor da produção.

Também devem ser considerados para a análise aqueles anos em que o regime de chuvas ficou abaixo do esperado, uma vez que é fator determinante para as produções agrícolas, especialmente, as que dependem exclusivamente das chuvas para a obtenção de uma boa produção e produtividade, como é o caso da soja de sequeiro. A precipitação mensal de outubro 2013 a fevereiro de 2014 e a comparação com a média pluviométrica (1985-2014) podem ser visualizadas no gráfico 9.

**Gráfico 9 - Precipitação pluviométrica mensal de out. 2013 a fev. 2014 e média (1985-2014) Itumbiara/GO**



Fonte: Elaboração própria com base em dados da ANA (2016).

Na safra 2013/14 o regime de chuvas foi atípico. Pode-se observar a partir do gráfico 9 que, apesar de, nos meses de outubro e novembro, o volume de chuvas ter sido satisfatório para as necessidades de plantio, nos meses de dezembro a fevereiro, foi bem inferior à média,

o que comprometeu a produtividade da soja na safra de 2013/14. Vale mencionar que os meses de janeiro e fevereiro são essenciais para a garantia de elevada produtividade, pois a ausência de chuva nesses meses pode comprometer a floração e o enchimento dos grãos.

Diante do exposto, a falta de chuva, nas fases críticas da cultura, resultaram em uma produção inferior à média, resultando em perdas na lavoura, que geraram uma quebra de 35,8% (tab. 6) em relação à safra do ano anterior, reduzindo a renda auferida pelo produtor. Inclusive, de acordo com informações fornecidas pela Caramuru Alimentos (2014), na safra 2013/2014, diversos produtores de soja ficaram endividados devido aos prejuízos causados pela baixa produtividade, pois em muitos casos a renda obtida não cobriu sequer os custos de produção com a lavoura. O valor auferido pelo produtor de soja em Itumbiara, nas safras de 2003/04 a 2013/14, apresenta-se na tabela 7.

**Tabela 7 – Valor da produção de soja em Itumbiara/GO – Safra 2003/04 a 2013/2014  
(em R\$/ha)**

Safra	Área plantada (ha)	Produtividade (kg/ha)	Número de Sacas*/ha	Preço da soja R\$**	Valor da produção (R\$) por ha <sup>35</sup>	Valor total da produção (R\$) <sup>36</sup>
2003/04	56.150	1.751	29	39,63	1.149,27	64.531.510,50
2004/05	56.500	1.860	31	26,01	806,31	45.556.515,00
2005/06	50.000	1.900	32	23,28	744,96	37.248.000,00
2006/07	36.500	2.400	40	31,05	1.242,00	45.333.000,00
2007/08	30.000	2.603	43	40,42	1.738,06	52.141.800,00
2008/09	35.800	2.600	43	40,76	1.752,68	62.745.944,00
2009/10	39.200	3.100	52	34,93	1.816,36	71.201.312,00
2010/11	38.000	2.100	35	41,05	1.436,75	54.596.500,00
<b>2011/12</b>	<b>29.000</b>	<b>3.100</b>	<b>52</b>	<b>44,2</b>	<b>2.298,40</b>	<b>66.653.600,00</b>
2012/13	29.200	2.900	48	55,98	2.687,04	78.461.568,00
<b>2013/14</b>	<b>29.000</b>	<b>1.860</b>	<b>31</b>	<b>57,42</b>	<b>1.780,02</b>	<b>51.620.580,00</b>

Fonte: Elaboração própria a partir de dados do IBGE (2016b) e Agrolink (2016).

\* Soja em grãos (saca de 60kg).

\*\*O preço da soja para cada ano foi estimado pela média mensal para o estado de Goiás.

Pode-se observar a influência da produtividade no valor da produção a partir dos dados relativos ao valor da produção por hectare e total estimados para as safras analisadas. Fazendo um recorte para as safras 2011/12 e 2013/14, constatam-se duas situações diversas. No primeiro caso, devido à boa distribuição de chuvas no período de cultivo, obteve-se uma

<sup>35</sup> O valor da produção por hectare foi calculado pela multiplicação do número de sacas de soja obtidos por hectare com o preço de mercado da soja (saca de 60 kg).

<sup>36</sup> O valor total da produção foi calculado pela multiplicação do valor da produção por hectare com a área plantada.

produtividade de 3.100 kg/ha, o que rendeu 52 sacas de soja por hectare, o que resultou num valor total da produção de 66,6 milhões de reais.

Já na safra 2013/14, a má distribuição de chuvas no período de cultivo comprometeu a produtividade da soja, o que resultou numa produtividade de apenas 1.860 kg/ha, originando apenas 31 sacas de soja por hectare, gerando um valor total de 51,6 milhões de reais. As perdas devido à baixa produtividade por hectare são evidentes, e não foram maiores devido ao preço de mercado da soja no ano de 2014.

A partir da análise dos dados relativos à produtividade da soja nas safras referidas (tab. 7), pode-se observar que a precipitação pluviométrica atua como um dos principais insumos condicionantes do sucesso na produção agrícola de soja, que é expresso pela sua produtividade. Isto posto, pode-se evidenciar o papel determinante que a precipitação, como insumo agrícola tem para a produtividade do cultivo de soja de sequeiro e, respectivamente, para a determinação do valor monetário auferido pelo produtor rural, bem como o bem-estar relacionado ao uso desse recurso ambiental.

Nessa perspectiva, a partir da concepção da Economia Ambiental Neoclássica, a compreensão da entrada de chuvas no município, como valor de uso (utilidade), para a produção agrícola, é o que determina a existência de um valor econômico para a produção agrícola, redundando na dimensão econômica de valor da chuva. Na sequência apresenta-se uma análise das dimensões do valor das precipitações pluviométricas na produção de soja de sequeiro.

## **5.6 Análise das dimensões do valor das precipitações pluviométricas na produção de soja de sequeiro: para além de uma visão economicista**

As precipitações pluviométricas nas regiões tropicais são determinantes para o sucesso das culturas agrícolas, ou seja, o volume de chuvas precipitadas pode facilitar ou dificultar o desenvolvimento de determinados processos produtivos na agricultura, sendo responsável por importantes incrementos de produção e produtividade quando o cultivo ocorre em condições ideais (OLIVEIRA, 2010).

A entrada de recursos hídricos no cultivo de soja é insumo natural, que representa fator de produção essencial para a produção. De um modo geral, para o cultivo da soja, é preciso de capital natural (terra, elementos climáticos), capital humano e capital manufaturado. Os insumos que provêm da natureza são gratuitos, não representam um custo monetário ao produtor. Contudo, o processo de produção exige o uso de agrotóxicos,

pesticidas, fungicidas, que ajudam na garantia da produção agrícola, mas ao mesmo tempo, deixam resíduos que têm efeitos extremamente danosos ao homem e ao meio ambiente, o que exige pensar sobre as dimensões de valor dos recursos ambientais, sobretudo, o valor da chuva.

Mota (2009, p. 37), ao discorrer sobre a valoração dos recursos naturais, afirma que:

Todas as mercadorias têm valor econômico, pois têm preço fixado pelos mercados. Mas os recursos da biodiversidade, tais como um orangotango, uma floresta, o ar e tantos outros não têm preço fixado pelos mercados. Os recursos naturais não são mercadorias, constituem-se em ativos essenciais à preservação da vida de todos os seres.

Diante do exposto, pode-se inferir que, a precipitação, como elemento do clima, não tem preço definido pelo mercado, entretanto o valor desse recurso ambiental deve ser captado a partir de sua utilidade, observando que atua como insumo na função de produção do cultivo de soja. O valor de uso expressa-se pela utilização da água que provém das precipitações pluviométricas e está intimamente relacionado com a geração de valor econômico auferida pelo produtor rural a partir da produção obtida.

O valor da água proveniente da precipitação também pode ser expresso por sua existência. O papel essencial que a precipitação pluviométrica exerce para o meio ambiente, sobretudo por meio do ciclo hidrológico<sup>37</sup>, que atua na regulação de fluxos de recursos hídricos, bem como está relacionado a diversos outros bens e serviços ecossistêmicos, que ajudam na manutenção da vida na terra tem uma influência determinante nas questões culturais, religiosas, psicológicos, sociais relacionadas ao bem-estar do ser humano.

Nessa perspectiva, diversos métodos de valoração econômica foram elaborados no sentido de captar o valor dos recursos naturais. De um modo geral, a Economia Ambiental Neoclássica busca estimar, tomando como base valores monetários que sejam análogos a outros preços de mercado, os benefícios e os custos sociais da utilização desses recursos.

---

<sup>37</sup> A água possui propriedades específicas que permitem seu movimento entre a superfície da Terra, as zonas profundas saturadas dos solos, os oceanos e a atmosfera, em um processo chamado de ciclo hidrológico. Esse processo natural é alimentado pela energia do Sol. A umidade circula da Terra para a atmosfera por meio da evaporação e volta a terra na forma de precipitação. Nesse processo a água não é criada, nem destruída, ela apenas muda de estado e lugar (CECHI, 2013). O ciclo hidrológico possui cinco componentes básicos: a) precipitação: água acrescentada à superfície da Terra a partir da atmosfera. Pode-se apresentar no estado líquido (chuva) ou sólido (neve ou gelo); b) evaporação: a água passa do estado líquido para o gasoso (vapor d'água). Esse processo ocorre em sua maior parte a partir dos oceanos; nos lagos, rios e represas, também se dá a evaporação; c) transpiração: perda de vapor d'água pelas plantas, que vai para a atmosfera; d) percolação: processo pelo qual a água penetra no solo e nas formações rochosas até o lençol freático e e) drenagem: movimento de deslocamento da água nas superfícies que se dá durante a precipitação (TUNDISI; MATSUMURA-TUNDISI, 2011).

Para captar o valor da precipitação pluviométrica na produção de soja em Itumbiara, a Economia Convencional utiliza-se do método da produtividade marginal (Anexo A), que atribui um valor ao uso do recurso natural por meio do quanto as variações quantitativas (ou qualitativas) das chuvas podem influenciar a produtividade da soja, que possui preço definido no mercado. Conforme Maia *et al.* (2004, p. 7): “Esta função irá mensurar o impacto no sistema produtivo da variação marginal na provisão do bem ou serviço ambiental, e, a partir desta variação, estimar o valor econômico do uso do recurso ambiental”.

Entretanto, encontrar um valor monetário que expresse unicamente o valor estabelecido pela relação entre estes dois fatores (chuva e produtividade) não é o objetivo desta pesquisa, pois a estimativa desse valor não é capaz de captar todas as dimensões de valor que os bens e serviços ecossistêmicos fornecidos pela entrada de chuvas fornecem numa determinada localidade.

Para a Economia Neoclássica, a ideia de valor baseia-se no valor-subjetivo, em que a utilidade dos bens e serviços é o que vai definir o comportamento do consumidor (ANDRADE, 2008). Todavia, como já explicitado por Andrade e Romeiro (2009a), a Economia Convencional, ao captar somente a dimensão econômica a partir da utilidade, é um reducionismo, já que não leva em conta os valores não associados ao uso dos recursos, e que estão intimamente relacionadas com o bem-estar humano.

O conhecimento das funções ecossistêmicas e dos bens e serviços por elas ofertados permite ter uma noção dos impactos nocivos gerados por sua degradação dos recursos hídricos. Na realidade, ainda é difícil mensurar tais impactos, pois não se tem conhecimento de diversos processos que envolvem os ecossistemas.

As funções e serviços ecossistêmicos relacionados à água, assim como a sua relação com o bem-estar do homem encontram-se condensadas no Quadro 10. A partir de sua análise, é possível verificar que a função ecossistêmica de regulação da água, que resulta no serviço de regulação dos fluxos hidrológicos, possibilita o provisionamento de água para os processos agrícolas e que, em última instância, resulta em fatores que determinam e constituem o bem do homem, como bens materiais básicos, saúde, segurança e boas relações sociais.



**Quadro 10 – As funções e serviços ecossistêmicos relacionados à água e determinantes e constituintes do bem-estar**

<b>Função ecossistêmica</b>	<b>Serviço ecossistêmico</b>	<b>Exemplo</b>	<b>Determinantes e constituintes do bem-estar</b>
Regulação da água	Regulação dos fluxos hidrológicos	Provisionamento de água para os processos agrícolas	<p><b>Bens materiais básicos</b> – oportunidade de acesso a recursos para auferir renda e obter sustento (moradia, alimentos, vestuário);</p> <p><b>Saúde</b> – oportunidade de viver livre de doenças evitáveis; alimentação adequada; em ambiente adequado (ar puro, água limpa);</p> <p><b>Segurança</b> – oportunidade de viver em local seguro;</p> <p><b>Boas relações sociais</b> – oportunidade de desenvolvimento de valores estéticos e recreacionais; de expressar valores culturais e espirituais, e de observar, estudar e aprender sobre os ecossistemas.</p>

Fonte: Elaborado a partir de Costanza *et al.* (1997), AM (2005a) e AM (2005b).

Dentro desse contexto, a variação quantitativa no volume de chuvas, além de influenciar a produção e a produtividade da cultura de soja, está diretamente relacionada ao nível de bem-estar proporcionado pela função ecossistêmica de regulação da água, que é essencial à provisão de água para os processos agrícolas, e que resulta em renda para o produtor rural, na oportunidade de acesso aos bens materiais básicos para garantir seu sustento e em uma vida digna, moradia, vestuário, alimentos em um nível aceitável.

Entretanto, outros aspectos devem ser levados em conta, como a saúde, obtida a partir da possibilidade de viver livre de doenças evitáveis e ter acesso a um meio ambiente limpo, com água potável, ar puro. Além disso, a possibilidade de viver em um local seguro, com acesso seguro aos recursos naturais, segurança pessoal e proteção contra desastres naturais. E por fim, desenvolver boas relações sociais por meio do desenvolvimento de valores estéticos e recreacionais; pela expressão de valores culturais e religiosos; pela oportunidade de observação, estudo e aprendizado acerca dos ecossistemas.

Sob essa ótica, elegeu-se para a análise, o papel da água como insumo determinante na produção e produtividade da soja. Entretanto, não se deve esquecer da dimensão social

presente nas diversas formas de apreensão das variações climáticas (precipitação pluviométrica), pois a variação no volume de chuvas numa dada região deve repercutir de forma diferente para os diferentes produtores rurais, já que os efeitos socioeconômicos poderão ser muito diferentes entre o pequeno e o grande produtor rural.

Também, é importante destacar que as dimensões sociais, políticas e econômicas, que podem estar envolvidas nesse processo, extrapolam a capacidade de explicação somente considerando uma situação climática favorável e o acompanhamento adequado do calendário agrícola, uma vez que, conforme já destacado por Sant'Anna Neto (2008), existem políticas públicas que privilegiam o grande produtor rural, que tem acesso a todas as tecnologias disponíveis (mecanização, sementes selecionadas).

Vale ressaltar que as variações no volume de precipitação pluviométrica podem afetar produtores rurais de uma mesma região de forma muito diferente. Essa influência pode ser mais ou menos intensa em função do acesso desses produtores ao capital e às tecnologias disponíveis, que podem minorar os efeitos climáticos.

Por fim, as dimensões do valor das precipitações pluviométricas não se restringem a uma dimensão econômica, podendo-se verificar por meio da provisão de água para a atividade agrícola, elementos determinantes do valor ecológico e sociocultural, que se relacionam diretamente ao bem-estar humano. Diante dessas considerações, os serviços ecossistêmicos prestados pela água englobam aspectos que transcendem o valor econômico.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta dissertação teve como objetivo principal a discussão das dimensões do valor da água, na produção de soja de sequeiro em Itumbiara/GO, tendo como enfoque a capacidade dos métodos convencionais de valoração econômica ambiental de captarem o valor dos ativos ambientais, a partir da exposição dos conceitos da Economia Ecológica e dos valores que essa corrente relaciona aos recursos naturais.

A hipótese adotada é a de que, para captar o valor dos bens e serviços ambientais fornecidos pelos ecossistemas, é preciso considerar não apenas a dimensão econômica, mas a ecológica e sociocultural, pois essa integração permite verificar benefícios determinantes e constituintes do bem-estar humano, como a capacidade de obtenção de materiais básicos para uma vida digna, saúde, boas relações sociais, liberdade de escolha e de ação, conhecimento sobre os ecossistemas.

A pressão exercida pelo uso irracional dos recursos do capital natural tem resultado em uma intensa geração de resíduos, rejeitos e poluição, os quais têm gerado degradação dos fluxos de serviços ecossistêmicos, que são essenciais para o suporte à vida e para o bem-estar do homem. A economia tem procurado fornecer, por meio do aporte teórico da Economia Neoclássica, métodos que contribuam para a formulação de políticas ambientais que ajudem na solução dessa trajetória de degradação de recursos ambientais, que são imprescindíveis para o bem-estar humano.

Os serviços ecossistêmicos, por serem bens públicos, não possuem preço de mercado. Então, a saída encontrada pela Economia Convencional foi atribuir valores a esses serviços. Contudo, a maneira como é feita essa atribuição de valores não é adequada, pois não considera as particularidades ou características únicas presentes nos serviços ecossistêmicos. Além disso, deve-se destacar o tratamento dado por essa corrente teórica aos fatores de produção, pois apoia-se na ideia de que capital natural e capital produzido (manufaturado) podem ser substituídos entre si, entretanto sabe-se que diversos bens e serviços ecossistêmicos não são reprodutíveis pelo homem.

Com base na Economia Ecológica, é importante considerar a complexidade e o reconhecimento das características únicas presentes em determinados bens e os serviços ecossistêmicos. Partindo dessa premissa, acredita-se que os métodos de análise apregoados pela Economia Ambiental Neoclássica devem ser repensados num contexto em que o capital natural necessita ser entendido como um elemento limitante do crescimento econômico.

No processo de incorporação da precipitação pluviométrica como insumo na produção de soja de sequeiro, a provisão da água por meio da regulação dos fluxos hidrológicos é condição *sine qua non* para a dinâmica da produção econômica, uma vez que, na produção de sequeiro, a chuva constitui-se em capital natural essencial e insubstituível.

Os bens e serviços ecossistêmicos são essenciais para o bem-estar humano e, mediante esse pressuposto, ao se discutir as especificidades do capital natural e as limitações da análise da Economia Convencional, com base no aporte teórico da Economia Ecológica, foi possível desenvolver a principal contribuição deste trabalho, que se constituiu em procurar identificar as dimensões econômica, ecológica e sociocultural presentes na interação entre precipitação pluviométrica, cultivo de soja e a sua resultante em termos de bem-estar.

Nessa perspectiva, torna-se possível verificar uma conexão íntima entre a provisão dos fluxos hidrológicos para a produção de soja de sequeiro e o bem-estar humano. Uma boa distribuição de chuvas no período de cultivo determina, não somente bons resultados em termos de produção e produtividade ao produtor rural, mas também elementos que constituem e determinam o seu bem-estar geral.

Buscando-se uma visão que ultrapasse a visão econômica de valor dos recursos ou serviços ecossistêmicos, apreende-se, a partir das dimensões de valor econômico, sociocultural e ecológico, que os benefícios oriundos da oferta de chuva perpassam o valor de uso desse recurso ambiental e alcançam valores estéticos, espirituais, sociais, materiais, que redundam em última instância na possibilidade de viver dignamente.

Tendo em vista os aspectos observados, os métodos convencionais de captação do valor dos recursos ambientais não são capazes de açambarcar o valor total dos bens e serviços ecossistêmicos que são fornecidos ao homem. Desse modo, a incorporação de métodos de valoração que contemplem o valor ecológico e sociocultural desses bens e serviços é tarefa essencial para que sejam valorados integralmente. Além disso, dará aos gestores de políticas públicas mais segurança na tomada de decisões relacionadas ao meio ambiente e à sua degradação.

Evidentemente, a construção teórica e metodológica acerca do valor dos bens e serviços ecossistêmicos constitui-se em um enorme desafio que precisa ser transposto. É necessário que exista um diálogo entre economistas, ecólogos, biólogos e demais pesquisadores. A interação das diversas áreas do conhecimento é essencial para uma visão holística da relação entre o homem e o meio ambiente, possibilitando-se, assim, uma estrutura crítica para conhecer mais profundamente as interações entre as funções e serviços ecossistêmicos, o sistema econômico e o bem-estar humano.

Diante do exposto, a maior limitação da pesquisa foi não aplicar empiricamente os métodos de valoração ambiental para que se pudesse ter uma referência de valor da precipitação pluviométrica na produção de soja de sequeiro em Itumbiara/GO. O que possibilitaria ter uma ideia da representatividade da chuva na região. Em trabalhos futuros, pretende-se realizar a aplicação empírica dos métodos de valoração econômica, ecológica e sociocultural, com vistas a captar o valor total da precipitação pluviométrica, como capital natural na produção agrícola de soja.

## REFERÊNCIAS

ABDALA, K. O. **Dinâmica de Competição Agropecuária pelo Uso do Solo no Estado de Goiás e Implicações para a Sustentabilidade dos Recursos Hídricos e Remanescentes Florestais**. Tese (Doutorado em Ciências Ambientais), Programa Multidisciplinar de Doutorado em Ciências Ambientais (CIAMB), Universidade Federal de Goiás. Goiânia, 2012.

ABRAMOVAY, R. **Moratória para os cerrados**: elementos para uma estratégia de agricultura sustentável. São Paulo: Consórcio Atech/Museu Emílio Goeldi, 1999.

AGRITEMPO (Sistema de Monitoramento Agrometeorológico). **Zoneamento de risco climático**. Disponível em: <[https://www.agritempo.gov.br/zoneamento/tabelas/GO/ITUMBIARA\\_G.HTML](https://www.agritempo.gov.br/zoneamento/tabelas/GO/ITUMBIARA_G.HTML)>. Acesso em: 09 jun. 2016.

AGROLINK. **Cotações**. Disponível em: <https://www.agrolink.com.br/cotacoes/historico/go/soja-em-grao-sc-60kg>>. Acesso: 16 maio 2016.

AMAZONAS, M. de C. **Valor e meio ambiente**: elementos para uma abordagem evolucionista. Tese de Doutorado. Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Instituto de Economia. Campinas, SP, 2001.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **Atlas Brasil**: abastecimento urbano de água: resultados por estado. Brasília: ANA/Engecorps/Cobrape, 2010, v. 2.

\_\_\_\_\_. **Precipitação pluviométrica**. Disponível em: <<http://hidroweb.ana.gov.br/HidroWeb.asp?TocItem=1080&TipoReg=7&MostraCon=true&CriaArq=false&TipoArq=0&SerieHist=true>>. Acesso: 01 mar. 2016.

ANDRADE, D. C. Economia e meio ambiente: aspectos teóricos e metodológicos nas visões neoclássica e da economia ecológica. **Leituras de Economia Política**, v. 11, n. 14, 2008.

ANDRADE, D. C. **Modelagem e valoração de serviços ecossistêmicos**: uma contribuição da economia ecológica. Tese (doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Economia. Campinas, 2010.

ANDRADE, D.C.; ROMEIRO, A. R. **Capital natural, serviços ecossistêmicos e sistema econômico: rumo** a uma “Economia dos Ecossistemas”. **Texto para discussão**. Instituto de Economia/UNICAMP, n. 159, fev. 2009b.

ANDRADE, D.C.; ROMEIRO, A. R. **Serviços ecossistêmicos e sua importância para o sistema econômico e o bem-estar humano**. Texto para discussão. Instituto de Economia/UNICAMP, n. 155, fev. 2009a.

AVALIAÇÃO ECOSSISTÊMICA DO MILÊNIO (AM). **Ecossistemas e Bem-Estar Humano**: Estrutura para uma avaliação. Tradução: Renata Lúcia Bottini. São Paulo: Editora SENAC São Paulo, 2005a.

AVALIAÇÃO ECOSSISTÊMICA DO MILÊNIO (AM). **Relatório-Síntese da Avaliação Ecosistêmica do Milênio**, 2005b. Disponível em: <<http://www.millenniumassessment.org/documents/document.446.aspx.pdf>>. Acesso em: 02 maio 2015.

BARROS, F. G. N. **A Bacia Amazônica Brasileira no Contexto Geopolítico da Escassez Mundial de Água**. 2006. 152f. Dissertação. Universidade da Amazônia, Belém, 2006.

BENETTI, M. D. A agricultura gaúcha em 2004. Feliz 2005!. **Indicadores Econômicos FEE**, v. 32, n. 4, p. 143-166, 2005.

CAMPOS, M. C. Expansão da Soja no Território Nacional: o papel da demanda internacional e da demanda interna. **Revista Geografares**, n. 8, 2010.

CÁNEPA, E. M. Economia da poluição. In: MAY, P. H. **Economia do meio ambiente: teoria e prática**. São Paulo: Elsevier, 2010.

CAVALCANTI, C. Concepções da economia ecológica: suas relações com a economia dominante e a economia ambiental. **Estudos Avançados**, v. 24, n. 68, p. 53-67, 2010.

CECH, T. V. **Recursos Hídricos: história, desenvolvimento, política e gestão**. Tradução de Eliane Ferreira Paim, Luiz Cláudio de Queiroz e Rafael Anselmé Carlos. Rio de Janeiro: LTC, 2013.

CECHIN, A.; VEIGA, J. E. O fundamento central da economia ecológica. In: MAY, P. H. **Economia do meio ambiente: teoria e prática**. São Paulo: Elsevier, 2010.

CEPEA (Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada – ESALQ/USP). **Clima favorece ataque de pragas e doenças no Cerrado**. Disponível em: <<http://cepea.esalq.usp.br/soja/custos/2012/01Fev.pdf>>. Acesso: 22 jun. 2016.

CISoja (Centro de Inteligência da Soja). **Aspectos botânicos**. Disponível em: <[http://www.cisoja.com.br/index.php?p=aspectos\\_botanicos](http://www.cisoja.com.br/index.php?p=aspectos_botanicos)>. Acesso em: 06 jun. 2016.

COELHO, C. N. 70 anos de Política Agrícola no Brasil (1931-2001). In: **Revista de Política Agrícola**. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Ano X – n. 03, Jul./Ago./Set., 2001.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB. **Acompanhamento de safra brasileira: grãos**. Companhia Nacional de Abastecimento. – Brasília: Conab, 2010. Disponível em: <[http://www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/4graos\\_07.01.10.pdf](http://www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/4graos_07.01.10.pdf)>. Acesso: 30 abr. 2016.

\_\_\_\_\_. **Levantamento de Safra Agrícola 2005/2006: nono levantamento de Goiás**. CONAB/SUREGO: jul. 2006. Disponível em: <[http://www.conab.gov.br/conabweb/download/sureg/go/7\\_lev\\_de\\_safra\\_05\\_06.pdf](http://www.conab.gov.br/conabweb/download/sureg/go/7_lev_de_safra_05_06.pdf)>. Acesso: 13 jun. 2016.

COSTANZA, R.; D'ARGE, R.; De GROOT, R. S.; FARBER, S.; GRASSO, M.; HANNON, B.; LIMBURG, K.; NAEEM, S.; O'Neill, R. V.; PARUELO, J.; RASKIN, R. G.; SUTTON,

P.; VAN DEN BELT, M. The value of the world's ecosystem services and natural capital. **Nature**, v. 387, p. 253-260, 1997.

DALY, H. E. Allocation, distribution, and scale: towards an economics that is efficient, just, and sustainable. **Ecological Economics**, v. 6, p. 185-193, 1992.

DALY, H. E. **Ecological economics**: The concept of scale and its relation to allocation, distribution, and uneconomic growth. Discussion Paper: School of Public Affairs, University of Maryland, 1993.

DALY, H. E.; FARLEY, J. **Economia Ecológica**: Princípios e aplicações. Instituto Piaget: Lisboa, 2004.

**DECLARAÇÃO DE DUBLIN.** Disponível em: <<http://www.meioambiente.uerj.br/emrevista/documentos/dublin.htm>>. Acesso: 31 jan. 2016.

De GROOT, R. S.; WILSON, M. A.; BOUMANS, R. M. J. A typology for the classification, description, and valuation of ecosystem functions, goods and services. **Ecological Economics**, v. 41, n. 3, p. 393-408, 2002.

DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ÁGUA E ESGOTO DE ARARAQUARA (DAAE). **Aquífero Guarani**. Disponível em: <<http://www.daaearaquara.com.br/guarani.htm>>. Acesso em: 26 ago. 2015.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA/SOJA. **Soja na alimentação**. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/soja/cultivos/soja1/soja-na-alimentacao>>. Acesso: 04 fev. 2016.

\_\_\_\_\_. Tecnologias e Produção de Soja – Região Central do Brasil. **Sistema de Produção**. EMBRAPA, 2004, n. 1. Disponível em: <<http://www.cnpso.embrapa.br/producaosoja/SojanoBrasil.htm>>. Acesso: 04 fev. 2016.

\_\_\_\_\_. **Tecnologias de produção de soja - Região Central do Brasil 2012 e 2013**. Londrina: Embrapa Soja: Embrapa Cerrados, 2011. Disponível em: <<http://www.cnpso.embrapa.br/download/SP15-VE.pdf>>. Acesso: 03 fev. 2016.

\_\_\_\_\_. Tecnologias e Produção de Soja – Região Central do Brasil. **Sistema de Produção**. EMBRAPA, 2013. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/95489/1/SP-16-online.pdf>>. Acesso em: 06 jun. 2016.

ENRÍQUEZ, M. A. Economia dos recursos naturais. In: MAY, P. H. **Economia do meio ambiente: teoria e prática**. São Paulo: Elsevier, 2010.

FARIAS, J. R. B.; ASSAD, E. D.; ALMEIDA, I. R.; EVANGELISTA, B. A.; LAZAROTTO, C.; NEUMAIER, N.; NEPOMUCENO, A. L. Caracterização de risco de *déficit* hídrico nas regiões produtoras de soja no Brasil. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 9, n. 3, p. 415-421, 2001.



FARIAS, J. R. B.; NEUMAIER, N.; NEPOMUCENO, A. L. Soja. In: MONTEIRO, J. E. B. **A. Agrometeorologia dos cultivos: o fator meteorológico na produção agrícola.** MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO (MAPA). Instituto nacional de meteorologia (INMET), 2009.

FAVA, A. R. Estudo revela efeitos do uso inadequado de solos: Linha de pesquisa mostra impactos ambientais causados por cultivo e manejo impróprios. Campinas. **Jornal da UNICAMP**, Campinas, 25- 31 ago. 2003. Disponível em: <[http://www.unicamp.br/unicamp/unicamp\\_hoje/jornalPDF/226-11.pdf](http://www.unicamp.br/unicamp/unicamp_hoje/jornalPDF/226-11.pdf)>. Acesso em: 17 out. 2015.

FEHER, W. R.; CAVINESS, C. E. Stage of soybean development. **Special report**, v. 80, 1977.

FERNANDES, K. C. C.; FARIA, S. S.; XAVIER, K. D.; WANDER, A. E.; FIGEIREDO, R. S. O Complexo Agroindustrial da Soja e a Produção de Biodiesel no Estado de Goiás. **Conjuntura Econômica Goiana**. 2012. n. 23, p. 44 – 53, dez. 2012.

GARCIA, J. R.; ROMEIRO, A. R. O papel da modelagem econômico-ecológica na gestão integrada dos ecossistemas. **Revista da ANPEGE**, v. 10, n. 14, p. 131-153, 2014.

GOMES, M. A. F.; FILIZOLA, H. F.; SPADOTTO, C. A.; PEREIRA A. S. **Caracterização das áreas de afloramento do Aquífero Guarani no Brasil: base para uma proposta de gestão sustentável.** Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2006.

HUNT, E. K. **História do pensamento econômico.** Campus, 2005.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). 2015a. **Produção de Soja: Brasil, Grandes Regiões e unidades da federação – 2000 e 2014.** Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/agropecuaria/censoagro/default.shtm>>. Acesso em: 26 ago. 2015.

\_\_\_\_\_.Cidades@. 2015b. Disponível em: <<http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/uf.php?lang=&coduf=52&search=goias>>. Acesso: 28 out. 2015.

\_\_\_\_\_.Cidades@. **Produção Agrícola Municipal.** Lavoura temporária. 2016a. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=521150&search=goias|itumbiara>>. Acesso: 18 maio 2016.

\_\_\_\_\_.Cidades@. **Síntese de informações.** 2016b. Disponível em: <http://www.cidades.ibge.gov.br/painel/painel.php?lang=&codmun=521150&search=||infogr%Elficos:-dados-gerais-do-munic%EDpio>. Acesso: 15 maio 2016.

\_\_\_\_\_. **Mapa dos solos do Brasil.** Rio de Janeiro: IBGE, 2001.

INSTITUTO MAURO BORGES (IMB). Comprometimento Hídrico por Pivôs Centrais em Goiás. **Informe Técnico**, 2014.

\_\_\_\_\_. **Produção agrícola.** 2015a. Soja (municípios). Disponível em: <<http://www.imb.go.gov.br/>>. Acesso: 17 ago. 2015.

\_\_\_\_\_. Municípios. Aspectos físicos. **Posição geográfica.** Disponível em: <<http://www.imb.go.gov.br/>>. Acesso: 27 abr. 2016.

\_\_\_\_\_. **Produção agrícola.** Soja (Goiás). Disponível em: <<http://www.imb.go.gov.br/>>. Acesso: 17 ago. 2015b.

ITUMBIARA. **Clima e geografia.** Disponível em: <<http://www.itumbiara.go.gov.br/site/home/index.php?p=conteudo&id=20>>. Acesso em: 27 abr. 2016.

KRUGMAN, P.; WELLS, R. **Introdução à Economia.** Elsevier Brasil, 2007.

LEFF, E. **Epistemologia Ambiental.** Tradução de Sandra Valenzuela. Revisão técnica de Paulo Freire Vieira. 5. Ed. Revista. São Paulo: Cortez, 2002.

LEFF, E. **Racionalidad ambiental:** la reapropiación social de la naturaleza. Siglo XXI, 2004.

MAGALHÃES JÚNIOR, A. P. **Indicadores Ambientais e Recursos Hídricos:** realidade e perspectivas para o Brasil a partir da experiência francesa. 6. ed. Rio de Janeiro: Bertrand. Brasil, 2014. 688 p.

MARTINS, R. A.; LARANJA, R. E. P.; SANTOS, E. V.; FERREIRA, I. M.; LIMA, J. O. Espacialização do Agrohidronegócio do Pivô Central no Cerrado Goiano. **Revista Eletrônica Georaguaia.** 2014. Barra do Garças, V. 4, n.2, p 221 - 245. Jul./Dez. 2014.

MAIA, A. G.; ROMEIRO, A. R.; REYDON, B. P. **Valoração de recursos ambientais- metodologias e recomendações.** Texto para Discussão, Instituto de Economia/UNICAMP, n. 116, 2004.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA PECUÁRIA E ABASTECIMENTO - MAPA. Seleção do Sistema de Irrigação. **Informe Técnico.** Sete Lagoas, dez. 2001. Disponível em: <[http://docsagencia.cnptia.embrapa.br/milho/circular\\_14selecao\\_do\\_sistema\\_de\\_irrigacao.pdf](http://docsagencia.cnptia.embrapa.br/milho/circular_14selecao_do_sistema_de_irrigacao.pdf)> Acesso em: 11 set. 2015a.

\_\_\_\_\_. **Projeções do agronegócio:** Brasil 2014/15 a 2024/25. Disponível em: <[http://www.agricultura.gov.br/arq\\_editor/PROJECOES\\_DO\\_AGRONEGOCIO\\_2025\\_WEB.pdf](http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/PROJECOES_DO_AGRONEGOCIO_2025_WEB.pdf)>. Acesso em: 17 fev. 2016b.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE - MMA. **Programa Nacional de Conservação e uso Sustentável do Bioma Cerrado:** Programa Cerrado Sustentável. 2003.

MOYSÉS, Aristides; SILVA, Eduardo Rodrigues. Ocupação e urbanização dos Cerrados: desafios para a sustentabilidade. **Cadernos Metrópole.** 2º sem/2012, p. 197-220. Disponível em: <<http://revistas.pucsp.br/index.php/metropole/article/view/8693>>. Acesso em: 07 mar. 2015.

MOTA, J. A.; Burstzyn, M.; Candido Júnior, J. O; Ortiz, R. A. A valoração da biodiversidade: conceito e concepções metodológicas. In: MAY, Peter H. (Org.). **Economia do meio ambiente: teoria e prática**. 2. ed. Rio de Janeiro, 2010.

MOTA, J. A. **O Valor da Natureza**. Rio de Janeiro: Garamond, 2009.

MUELLER, C.C. **Os economistas e as inter-relações entre o sistema econômico e o meio-ambiente**. Brasília: Editora UnB, 2007.

MUNDSTOCK, C. M.; THOMAS, A. L. **Soja: fatores que afetam o crescimento e o rendimento de grãos**. Porto Alegre: Departamento das plantas de lavoura da Universidade Federal do Rio Grande do Sul: Evandraf, 2005.

OLIVEIRA, A. G. **A questão do valor do clima: reflexões em torno de um valor conceitual para a precipitação pluviométrica na produção agrícola**. 150f. Tese (doutorado), Universidade Federal de Uberlândia, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Uberlândia, 2010.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). Relatório Mundial das Nações Unidas sobre Desenvolvimento dos recursos Hídricos. **Água Para um Mundo Sustentável**. Disponível em: <http://unesdoc.unesco.org/images/0023/002322/232272POR.pdf>. Acesso em: 26 jan. 2016.

PAIVA, R. F. P. S. As dimensões de valor dos recursos naturais e os métodos de valoração. **Revibec: revista iberoamericana de economia ecológica**, v. 24, p. 203-219, 2015.

PINDYCK, R. S.; RUBINFELD, D. L. **Microeconomia**. 5. ed. São Paulo, 2002.

REBOUÇAS, A. C. Água doce no Brasil e no Mundo. In: BRAGA *et alli*. **Águas Doces No Brasil: capital ecológico, uso e conservação**. São Paulo: Escrituras editora, 2015.

RIBEIRO, W. C. **Geografia Política da Água**. São Paulo: Annablume, 2008. (Coleção Cidadania e Meio Ambiente).

ROMEIRO, A. R. Economia ou economia política da sustentabilidade. In: MAY, P. H. **Economia do meio ambiente: teoria e prática**. São Paulo: Elsevier, 2010.

ROMEIRO, A. R.; MAIA, A. G. Avaliação de custos e benefícios ambientais. **Cadernos 35**. Brasília: ENAP. 2011, 51 p.

ROPKE, I. The early history of modern ecological economics. **Ecological Economics**, 50, 2004, p. 293-314.

SALATI, E.; LEMOS, H. M. L.; SALATI, E. Água e o desenvolvimento sustentável. In: BRAGA *et alli*. **Águas Doces No Brasil: capital ecológico, uso e conservação**. São Paulo: Escrituras editora, 2015.

SANT'ANNA NETO, J. L. Por uma Geografia do clima: antecedentes históricos, paradigmas contemporâneos e uma nova razão para um novo conhecimento. **Terra Livre**, v. 17, p. 49-62, 2001.

SANT'ANNA NETO, J. L. Da Climatologia Geográfica à Geografia do Clima: Gênese, paradigmas e aplicações do clima como fenômeno geográfico. **Revista da ANPEGE**, n. 4, p. 61-88, 2008.

SEDIYAMA, T. **Tecnologias de Produção e Usos da Soja**. Londrina: Mecnas, 2009. 314p.

SERROA DA MOTTA, R. S. **Manual para valoração econômica de recursos ambientais**. IPEA/MMA/PNUD/CNPq, 1998.

SUGIMOTO, L. Método detecta agrotóxicos na água e no solo de áreas do Aquífero Guarani. **Jornal da Unicamp**. Campinas, ano 24, n. 439, 31 ago./set. 2009. Disponível em: <[http://www.unicamp.br/unicamp/unicamp\\_hoje/ju/agosto2009/ju439\\_pag03.php](http://www.unicamp.br/unicamp/unicamp_hoje/ju/agosto2009/ju439_pag03.php)>. Acesso: 28 ago. 2015.

TUNDISI, J. G. Recursos hídricos no Futuro: problemas e soluções. **Estudos Avançados**. v. 22, n. 63, p. 7-16, 2008.

TUNDIZI, J. G.; MATSUMURA-TUNDIZI, T. **Recursos Hídricos no Século XXI**. São Paulo: Oficina dos Textos, 2011. 328p.

UNITED NATIONS/WORLD WATER ASSESSMENT PROGRAMME (UN/WWAP). UN World Water Development Report: **Water for People, Water for Life**. 2003. Disponível em: <http://www.unesco.org/new/en/natural-sciences/environment/water/wwap/wwdr/wwdr1-2003/downloads/>. Acesso em: 26 jan. 2016.

VIEIRA, N. M. **Caracterização da Cadeia Produtiva da Soja em Goiás**. Florianópolis. 2002. 124f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, 2002.

## ANEXO A – MÉTODOS CONVENCIONAIS DE VALORAÇÃO AMBIENTAL

### 1 Métodos da função de produção

Conforme Maia *et al.* (2004), os métodos da função de produção estimam o valor de um recurso ambiental por meio de uma função de produção. Tem como objetivo o cálculo do impacto de uma alteração marginal do recurso ambiental na atividade econômica, utilizando como referência produtos no mercado que sejam afetados pela modificação na provisão do bem ambiental.

Para a aplicação de tais métodos, é necessário o conhecimento da relação entre a modificação ambiental e o impacto econômico na produção. O cálculo pode ser feito diretamente no preço de mercado do produto afetado (produtividade marginal) ou por meio de um mercado de bens substitutos (custos evitados, custos de controle, custos de reposição, custos de oportunidade) (MAIA *et al.*, 2004).

Com vistas a uma melhor compreensão do método, dada a função de produção  $Z$ , em que o nível de produção é dado pela expressão  $Z = F(X, E)$ , em que  $X$  = insumos (bens e serviços privados),  $E$  = recursos ambientais utilizados gratuitamente (preço de mercado é zero) e  $Z$  = produto gerado (SEROA DA MOTTA, 1998). Assim, quando ocorrerem variações na quantidade de recursos ambientais ( $E$ ) utilizados é possível analisar variações no produto gerado ( $Z$ ).

#### 1.1 Método da Produtividade Marginal

De acordo com Mota *et al.* (2010), em estudo sobre a valoração da biodiversidade, o método da produtividade marginal deve ser aplicado quando o recurso natural a ser analisado constitui-se em fator de produção ou insumo usado para a produção de algum bem ou serviço comercializado no mercado, em outras palavras, busca uma relação entre a mudança no provimento de recurso ambiental e a variação na produção de um bem ou serviço no mercado.

Seroa da Motta (1998) destaca que a estimação das funções de produção não é algo simples quando as relações tecnológicas são complexas. Também, os valores de uso dos recursos naturais são difíceis de serem captados diretamente, uma vez que os recursos ambientais correspondem comumente a fluxos de bens ou serviços gerados por um recurso ambiental que depende do seu nível de estoque ou de qualidade. Desse modo, faz-se

necessário conhecer o papel do recurso ambiental na produção de outro produto que possui preço definido pelo mercado.

Dessa maneira, utiliza-se uma função dose-resposta, que relaciona a variação do nível de estoque (quantidade) ou qualidade (respectivamente, taxas de extração ou poluição) com o grau de danos físicos ambientais e, na sequência, identificar o efeito do dano físico, ou seja, o decréscimo do recurso natural para determinado nível de produção. Pode ser usado como exemplo de função dose-resposta, o nível de poluição da água que ao afetar a qualidade desse recurso, também afeta a produção pesqueira (SEROA DA MOTTA, 1998).

De acordo com Maia *et al.* (2004), a função dose-resposta envolve duas fases. Primeiro, a preparação de uma função física das perdas, por meio da relação da dose de poluição ou degradação à resposta do ativo ambiental poluído ou degradado na produção. Em um segundo momento, elabora-se um modelo econômico para mensurar qual o impacto das alterações no processo de produção.

Vale destacar, conforme Maia *et al.* (2004), que o método de produtividade marginal estima apenas uma parte dos benefícios ambientais, e os valores têm a tendência de serem subestimados. “A função de produção capta apenas valores de uso direto e indireto do recurso ambiental. Valores de opção e valores de existência, como a preservação das espécies, não fazem parte das estimativas” (2004, p. 8).

## 1.2 Método de mercado de bens substitutos

Esse método permite a estimação do preço de um produto afetado por uma alteração ambiental através de algum substituto existente no mercado. Parte-se do princípio que perdas relativas à qualidade ou escassez de um bem ou serviço ambiental podem elevar a procura por bens substitutos com vista a manter o mesmo nível de bem-estar (MAIA *et al.*, 2004).

Mota *et al.* (2010) complementa a ideia supracitada ao afirmar que os bens substitutos podem ser representados por aqueles que, quando há elevação do preço de um bem, ocasionam uma elevação da demanda de outro bem (substituto). Nessa perspectiva, a estimação do preço do ativo ambiental é facilitada devido à analogia com os mercados de bens substitutos, pois se apreende que o consumo de um bem substituto oferece ao consumidor a possibilidade de manter o mesmo nível de bem-estar anterior.

Dessa forma, considerando a substituição de fatores de produção, a função de produção será expressa por:  $Z = F(X, E+S)$ , onde S = Substituto perfeito de E. Diminuições

na qualidade ou quantidade de E podem ser substituídas por S, sem que incorram prejuízos para Z (produto gerado) (SEROA DA MOTTA, 1998).

Maia *et al.* (2004) alertam que, de um modo geral, as estimativas são subdimensionadas pela tendência de se considerar somente os valores de uso direto e indireto dos recursos ambientais. Os valores de opção e de existência, como a preservação de espécies nos respectivos habitats naturais, não entram na estimação dos benefícios que se originam do recurso ambiental, pois são propriedades insubstituíveis. Soma-se a isso outra dificuldade, a de acharmos substitutos perfeitos para os recursos e serviços ambientais.

O método do mercado de bens substitutos é composto pelos métodos de custos evitados, custos de controle, custos de reposição e custos de oportunidade, conforme pode ser verificado na sequência.

Por meio do **método dos custos evitados (defensivos)**, é possível estimar o valor dos recursos ambientais a partir dos gastos que os usuários teriam com bens substitutos para não modificar a produção que depende de recursos ambientais. Pode-se exemplificar tal situação quando há gastos com tratamento de água ou compra de água mineral quando os mananciais estão poluídos; os gastos com medicamentos devido a efeitos nocivos da poluição sobre a saúde humana (SEROA DA MOTTA, 1998).

Segundo Maia *et al.* (2004), os custos evitados são amplamente usados para estudos relativos à mortalidade e morbidade humana. Em estudos sobre mortalidade, estima-se o valor humano com base nos ganhos esperados ao longo da vida, considerando-se a produtividade presente e expectativa de vida. As estimativas obtidas por esse método apresentam algumas falhas importantes, tais como pessoas mais pobres e mais velhas obtêm valores econômicos menores; pessoas inativas e desocupadas obtêm valores nulos; ignorar as preferências dos consumidores<sup>38</sup>.

Ainda, de acordo com Maia *et al.* (2004), as estimativas obtidas pelos custos evitados tendem a ser subestimadas, pois não consideram elementos como o comportamento altruísta do indivíduo na estimativa do valor à vida ou saúde de outra pessoa, também a ausência de informações relativas aos reais benefícios do bem ou serviço do meio ambiente.

O valor dos danos ambientais pode ser obtido por meio do **método dos custos de controle** para evitar a variação do bem ambiental. Por exemplo, pode-se citar o caso dos gastos para o tratamento de esgoto para evitar a degradação dos recursos hídricos. Tais custos

---

<sup>38</sup> Maia *et al.* (2004) afirmam que a escolha do indivíduo nem sempre se relaciona única e exclusivamente com mortalidade ou morbidade humana.

poderiam ser entendidos como investimentos indispensáveis para garantir o nível de estoque do capital natural (SEROA DA MOTTA, 1998).

O controle da degradação contribui para a manutenção de um nível sustentável dos recursos naturais, pois limita o consumo presente do capital natural, o que acaba por beneficiar as futuras gerações. As dificuldades desse método relacionam-se à estimação dos custos marginais de controle ambiental e dos benefícios gerados pela preservação, pois investimentos em controle ambiental podem gerar benefícios diversos, necessitando de estudo rigoroso para determinação do mesmo. Além disso, como não existe um consenso acerca do nível apropriado de sustentabilidade, existem sérias dificuldades no ajustamento dos custos em relação aos benefícios marginais e na definição de um nível ótimo de provisionamento do recurso natural (MAIA *et al.*, 2004).

Como já mencionado anteriormente, a redução da qualidade ou da quantidade de recursos naturais podem trazer impactos negativos nas atividades produtivas. Nesse sentido, o **método dos custos de reposição** visa contabilizar os custos para restauração das condições dos recursos naturais por meio de substitutos com preços definidos pelo mercado que, dessa forma, podem representar o valor dos benefícios gerados pelos recursos ambientais (MAIA *et al.*, 2004). Podem ser citados, como exemplo, os custos da fertilização do solo para manter a produtividade agrícola, construção de piscinas públicas para recreação quando as praias encontram-se poluídas (SEROA DA MOTA, 1998).

Entre as principais censuras ao método, está o fato de que, apesar de se restaurar o recurso ambiental para que não afete a atividade econômica, não existe substituíbilidade perfeita, pois não se consegue recuperar características únicas relativas a um recurso ambiental, como destaca Maia *et al.* (2004), ao afirmar que o reflorestamento não é capaz de reaver a totalidade da biodiversidade de uma floresta nativa. Dessa maneira, como nem todas as características inerentes aos recursos ambientais podem ser recuperadas integralmente, há uma tendência à subestimação das estimativas, entretanto fornecem um parâmetro para os prejuízos econômicos que podem incorrer na modificação do fornecimento de recursos da natureza.

O que se observa, a partir da exposição dos três métodos, é que a substituíbilidade perfeita é difícil de ocorrer, pois bens e serviços privados podem substituir só algumas propriedades dos bens e serviços ambientais. Como exemplo, temos o caso das praias poluídas, em que os valores estimados por esses métodos poderiam ser revertidos em investimentos em piscinas públicas, gastos defensivos para evitar doenças de veiculação hídrica ou investimentos em controle da poluição. Em nenhum dos casos mencionados, a



hipótese de substituição perfeita seria aplicável. Assim, devido à dificuldade de se encontrar substitutos perfeitos para os recursos ambientais, a utilização do mercado de bens substitutos pode levar a subestimações do valor econômico do recurso ambiental (SEROA DA MOTTA, 1998).

Finalmente, o **método do custo de oportunidade** tem por objetivo medir as perdas relativas às atividades econômicas que poderiam ser desenvolvidas, mas que, em razão da conservação ou preservação ambiental, não acontecem. O método indica a renda sacrificada (custo econômico de oportunidade) de se manter o nível atual de recurso ambiental. Esse método não valora o recurso ambiental de forma direta, mas o custo de oportunidade para a manutenção da existência do mesmo (SEROA DA MOTA, 1998).

Maia *et al.* (2004) apontam, como exemplo, o caso de uma reserva florestal cuja exploração de madeira é restringida, e portanto, a renda que seria obtida com essa atividade econômica representa o custo de oportunidade. Em contrapartida, manter a floresta preservada pode incorrer em benefícios oriundos da exploração de plantas medicinais e do ecoturismo (atividades sustentáveis). É importante destacar que se deve ter uma atenção especial na estimativa, pois atividades insustentáveis podem causar perdas irreversíveis e diminuir a quantidade ofertada de um bem ou serviço ambiental ao longo do tempo, o que deve ser considerado na estimativa do custo de oportunidade.

## **2 Métodos da função de demanda**

Os métodos da função de demanda partem do pressuposto de que a variação da disponibilidade do recurso ambiental modifica a disposição a pagar ou aceitar dos agentes econômicos em relação àquele recurso ou seu bem privado complementar. Assim, por meio desses métodos, é possível estimar diretamente os valores econômicos a partir de funções de demanda para esses recursos com base em mercados de bens ou serviços privados complementares ao recurso ambiental ou mercados hipotéticos para determinado recurso ambiental (SEROA DA MOTTA, 1998).

Os métodos de valoração relacionados à função de demanda podem dividir-se em método da avaliação contingente e métodos de mercado de bens complementares que, por sua vez, subdividem-se em método dos preços hedônicos e do custo de viagem.

## 2.1 Método de avaliação contingente (MAC)

O método de avaliação contingente, por meio de pesquisas amostrais, busca identificar, em valores monetários, as preferências dos indivíduos com relação aos recursos naturais (que não são comercializados no mercado) (MOTA *et al.*, 2010). A partir desse método captam-se os valores individuais de uso e não uso conferido aos recursos da natureza (MAIA *et al.*, 2004).

Para tanto, mercados hipotéticos são criados, nos quais os entrevistados são informados acerca das condições dos recursos ambientais, sendo citadas, conforme Mota *et al.* (2010), as condições de preservação desse recurso e as consequências da degradação ambiental. Dado esse quadro, segundo Maia *et al.* (2004), as pessoas manifestam a sua disposição a pagar (DAP) como forma de prevenção ou disposição a receber (DAR) com vistas a aceitar uma mudança na provisão do recurso.

Esse método é o único que capta o valor de existência dos recursos naturais, dessa forma, é o mais apropriado para uma avaliação monetária dos valores dos ecossistemas de conformidade com as preferências dos indivíduos. Entretanto, para a produção de resultados confiáveis, é necessário que tanto a metodologia da pesquisa quanto os questionários sejam elaborados criteriosamente (MOTA *et al.*, 2010).

Vários problemas metodológicos relacionam-se ao método conforme Mota *et al.* (2010), tais como:

- **Viés estratégico:** relaciona-se à percepção do entrevistado sobre a obrigação de pagar e suas perspectivas sobre a provisão do recurso;
- **Viés hipotético:** os indivíduos podem entender que não terão que pagar por se tratar de uma simulação;
- **Viés da informação:** interferência da informação recebida sobre o cenário hipotético na resposta;
- **Viés do instrumento de pagamento:** quando os indivíduos não são indiferentes quanto ao meio de pagamento sugerido.

Com o objetivo de aprimorar o método, recomendando procedimentos e técnicas econométricas para tratar os vieses e, assim, garantir maior credibilidade ao método, foi organizado o Painel NOAA (*National Oceanic and Atmospheric Administration*). A título de exemplificação, pode-se citar o caso do derramamento de óleo bruto do petroleiro *Exxon Valdez*, no Alasca, em que o governo americano aplicou o método de valoração contingente

para avaliar os danos e obrigar o pagamento da indenização às vítimas pela *Exxon Corporation* (MOTA *et al.*, 2010).

Por fim, é importante mencionar que o uso do MAC tem ganhado reconhecimento devido ao aprimoramento da técnica e fornecimento de base para validar os resultados. Atualmente, é aceito por diversos organismos nacionais e internacionais, sendo utilizado para avaliação de projetos de grandes impactos ambientais (MAIA *et al.*, 2004).

## 2.2 Mercados de bens ou serviços complementares

Os métodos de mercados de bens ou serviços complementares determinam o valor dos recursos ambientais com base nos preços de mercados para bens privados, ou seja, os preços de mercado dos produtos complementares servem de parâmetro para determinar o valor dos recursos ambientais. Assim, dada uma função de utilidade  $U = U(Q, X)$ , em que  $Q$  = recurso ambiental não valorado no mercado complementar a  $X$  (preço zero) e  $X$  = vetor de quantidades de produtos transacionados nos mercados. Considerando-se  $X$  e  $Q$  complementares, é possível calcular o valor de  $Q$  a partir da estimativa de demanda de  $X$  para vários níveis de  $Q$  (SEROA DA MOTTA, 1998).

No **método dos preços hedônicos**, a valoração dos ativos ambientais baseia-se nos preços de mercado dos bens privados complementares aos bens e serviços ambientais, ou seja, é possível medir o preço implícito do atributo ambiental a partir do preço de mercado de bens complementares a eles. Exemplo disso é a valoração ambiental por meio dos preços de propriedade, em que distintas características ambientais (qualidade do ar, por exemplo) podem ser identificadas em diferentes propriedades. Nesse sentido, se tais características são valoradas pelas pessoas, os diferentes preços das propriedades vão refletir na disposição a pagar por diferentes níveis desses atributos. (SEROA DA MOTTA, 1998).

Conforme Seroa da Motta (1998), a partir desse método é possível avaliar o preço implícito de uma característica ambiental na formação de um preço observável de um bem composto. Seja  $P$  o preço de uma propriedade, sendo expresso da seguinte forma:  $P_i = f(a_{i1}, a_{i2}, \dots, E_i)$ , em que  $a_i$  representa os diversos atributos da propriedade  $i$  e  $E_i$  representa o nível do bem ou serviço ambiental  $E$  associado a esta propriedade  $i$ . A função  $f$ , aferida com base em observações de  $P_i$ , é chamada de função hedônica de preço e o preço implícito de  $E$ ,  $p_E$ , será dado por  $\partial P / \partial E$ , assim sendo,  $P_e$  será uma medida de disposição a pagar por uma variação de  $E$ .

Maia *et al.* (2004) utiliza-se de uma regressão de quadrados mínimos ordinários para que seja ajustado o preço das residências às várias características que influenciam no seu valor.

Além disso, algumas críticas podem ser elencadas a respeito desse método. Primeiro, apesar de ser necessário, é difícil a determinação de todas as características que podem influenciar no preço de uma propriedade, assim variáveis importantes podem não ser percebidas, resultando na exclusão das mesmas do modelo. Segundo, dado um mercado de residências, supõe-se igualdade de informações e liberdade de escolha, contudo, na realidade as informações são assimétricas e há restrição de compras em certa região. E em terceiro lugar, pode-se destacar que os proprietários apenas valoram características associadas aos preços de suas residências, não captando valores que não estão ligados aos recursos ambientais (MAIA *et al.*, 2004).

Não obstante os problemas supracitados, para Maia *et al.* (2004), o método dos preços hedônicos pode proporcionar uma boa estimativa, no caso em que a característica analisada possa ser mensurada e facilmente identificada pelos proprietários, que poderão expressar sua disposição a pagar (indiretamente) por meio do preço residencial.

Acerca do **método dos custos de viagem**, de acordo com Mota (2009), os recursos ambientais, como parques de recreação, florestas, lagoas, cidades históricas, sítios arqueológicos são utilizados pelas pessoas para recreação. Esses recursos não têm preço estabelecido nos mercados convencionais, mas é possível determinar o valor a partir do lazer, beleza local, estética, bem como outros fatores relativos a gostos, preferências e restrição orçamentárias dos indivíduos. Portanto, o valor do recurso ambiental é determinado pelo quanto os visitantes estão dispostos a pagar para se deslocar ao local de recreação e desfrutar de seus benefícios.

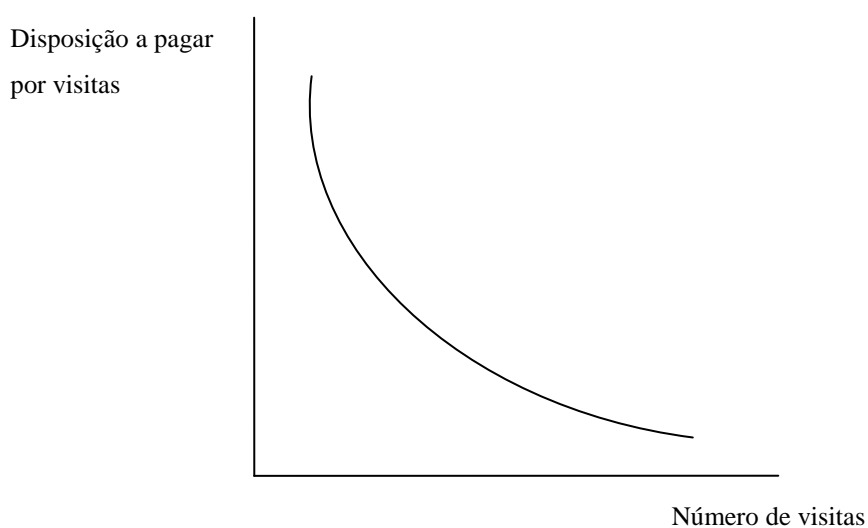
No método de custos de viagem, uma função é estabelecida para relacionar a taxa de visitação às variáveis de custo de viagem, distância, taxa de entrada, perfil socioeconômico do visitante (renda per capita, distribuição etária, escolaridade), além de outros fatores que expliquem a visita ao patrimônio natural. Por meio de questionários aplicados no próprio sítio natural, é possível levantar tais informações com base em uma amostra dos visitantes (MAIA *et al.*, 2004).

Dessa forma, a taxa de visitação pode ser dada por  $V_i = f(CV, X_1, \dots, X_n)$ , onde  $V_i$  é a quantidade de visitas mensais (por exemplo, visitas com cada mil habitantes);  $CV$  é o custo médio de viagem e  $X_i$  representam outras variáveis socioeconômicas. Essa função  $f$  torna

possível determinar o impacto do custo de viagem na taxa de visitação (SEROA DA MOTTA, 1998).

Conforme Maia *et al.* (2004), cada custo de viagem relaciona-se a uma taxa de visitação. Dessa forma, a partir da derivação da função  $V_i$ , que relaciona a taxa de visitação à variável do custo de viagem  $CV$ , obtém-se a curva de demanda pelo patrimônio natural (gráfico 10).

Gráfico 10 – Curva de demanda pelo patrimônio natural



Fonte: Adaptado Seroa da Motta (1998) e Maia *et al.* (2004).

Conforme Seroa da Motta (1998), uma vez que a curva de demanda é estimada, calcula-se o excedente do consumidor, que é representado pela área abaixo da curva de demanda, e será a estimativa dos benefícios gerados pelo patrimônio natural aos visitantes.

Diversos problemas estão associados ao de custo de viagem, tais como a possibilidade de em uma mesma viagem ter vários destinos, como se dá o tratamento do custo de oportunidade em relação ao tempo gasto para uma visita de recreação, a escolha de locais substitutos de visitação, o tratamento da questão do congestionamento enquanto atributo de qualidade do patrimônio natural (MOTA *et al.*, 2010).

Maia *et al.* (2004) complementam, ao elencarem outras críticas, como o fato da função custo de viagem captar apenas os valores de uso direto e indireto dos recursos naturais devido ao fato de somente os que visitam fazerem parte do universo da amostra; a estimativa da amostra deve considerar o tipo de transporte (automóvel, bicicleta, ônibus), que influenciará de forma definitiva nos custos de transporte; definição de custos contabilizados como, gastos

diretos (combustível, pedágio) e indiretos (alimentação, desgaste do veículo); e por fim, cuidado em relação à diferenciação do visitante em férias (tendem a ficar mais de um dia no local) do que está apenas de passagem (diário).