



CAMILA ORTOLAN FERNANDES DE OLIVEIRA

Biodiversidade e os Esquemas de Certificação de Biocombustíveis

99/2013

**CAMPINAS
2013**



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA**

CAMILA ORTOLAN FERNANDES DE OLIVEIRA

Biodiversidade e os Esquemas de Certificação de Biocombustíveis

Dissertação de Mestrado apresentada à Faculdade de Engenharia Mecânica da Universidade Estadual de Campinas como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título de Mestra em Planejamento de Sistemas Energéticos.

Orientador: Prof. Dr. Arnaldo Walter
Coorientador: Profa. Dra. Pita A. Verweij

ESTE EXEMPLAR CORRESPONDE À VERSÃO
FINAL DA DISSERTAÇÃO DEFENDIDA PELO(A) ALUNO(A)
CAMILA ORTOLAN FERNANDES DE OLIVEIRA,
E ORIENTADA PELO(A)
PROF(A). DR(A).ARNALDO WALTER

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Arnaldo Walter".

ASSINATURA DO(A) ORIENTADOR(A)

**CAMPINAS
2013**

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DA ÁREA DE ENGENHARIA - BAE - UNICAMP

Oliveira, Camila Ortolan Fernandes de Oliveira
Biodiversidade e os Esquemas de Certificação de
Biocombustíveis / Camila Ortolan Fernandes de Oliveira
– Campinas, SP: [s.n.], 2013.

Orientador: Arnaldo Walter
Coorientadora: Pita A. Verweij
Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de
Campinas, Faculdade de Engenharia Mecânica.

1. Biocombustíveis. 2. Biodiversidade. 3.
Sustentabilidade. 4. Certificação. I. Walter, Arnaldo
Cesar da Silva. II. Verweij, Pita. III. Universidade
Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia
Mecânica. IV. Título.

Título em Inglês: Biodiversity and the certification schemes for biofuels

Palavras-chave em Inglês:

Biofuels

Biodiversity

Sustainability

Certification

Área de concentração: Planejamento de Sistemas Energéticos

Titulação: Mestra em Planejamento de Sistemas Energéticos

Banca examinadora:

Arnaldo Cesar da Silva Walter [Orientador]

Marcelo Pereira da Cunha

Cássio Franco Moreira

Data da defesa: 30-08-2013


Programa de Pós-Graduação: Planejamento de Sistemas Energéticos

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA
COMISSÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PLANEJAMENTO DE
SISTEMAS ENERGÉTICOS**


Dissertação de Mestrado Acadêmico

**Biodiversidade e os Esquemas de Certificação de
Biocombustíveis**

Autor: Camila Ortolan Fernandes de Oliveira
Orientador: Prof. Dr. Arnaldo Cesar da Silva Walter
Co-Orientadora: Dr.^a Pita A. Verweij



**Prof. Dr. Arnaldo Cesar da Silva Walter, Presidente
FEM - UNICAMP**



**Prof. Dr. Marcelo Pereira da Cunha
IE - UNICAMP**



**Dr. Cassio Franco Moreira
WWF Internacional**

Campinas, 30 de Agosto de 2013

Dedicatória

À minha mãe Odete Ortolan Fernandes de Oliveira e ao meu pai Rodolfo Fernandes de Oliveira, pelo amor incondicional, por serem os maiores exemplos da minha vida e por me fazerem querer ser sempre uma pessoa melhor.

À minha irmã Débora Ortolan Fernandes de Oliveira pelo apoio, compreensão e motivação.

Ao Felipe Lopes de Faria Cervone, pelo amor, paciência, companheirismo.

Agradecimentos

Primeiramente ao Prof. Dr. Arnaldo Walter, pelo exemplo, amizade, incentivo e orientação.

À Profa. Dra Pita Verweij, pela co-orientação e pelos ensinamentos e por ter me acolhido quando estive na Universidade de Utrecht, na Holanda.

Ao Prof. André Faaij pelo convite para fazer uma parte do mestrado na Universidade de Utrecht, na Holanda.

À Profa. Dra Rocio Chavez, pela orientação e ensinamentos.

Aos amigos Marcelo Cunha e Carla Kazue Cavaliero, pelos comentários na etapa da qualificação.

Ao Régis Lima Verde Leal, que sempre me apoiou e é um grande exemplo para mim.

Aos amigos do Programa de Sustentabilidade do CTBE, especialmente à Thayse Dourado e Cinthia Rubio, amigas queridas desde o início desta jornada.

Ao meu amigo Pedro Gerber, que esteve ao meu lado durante toda a trajetória e com quem dividi momentos especiais.

À amiga Desirée Immerzeel pela amizade e por compartilhar os objetivos desta pesquisa.

As minhas amigas eternas Letícia Guatelli e Ana Carolina Erlinger, por nunca saírem do meu lado.

Aos meus bons amigos biólogos, que não me deixam esquecer minha essência.

A todos os meus queridos grandes amigos, que de alguma forma fizeram parte desta caminhada.

À UNICAMP, à Faculdade de Engenharia Mecânica e à sua seção de pós-graduação.

E a todos aqueles que contribuíram diretamente ou indiretamente para a realização desse trabalho.

"Você deve ser a mudança que deseja ver no mundo"

Mahatma Gandhi

Resumo

A sustentabilidade dos biocombustíveis é uma questão polêmica, que ganhou grande dimensão desde a segunda metade da década passada. Nesse contexto, biodiversidade é um dos aspectos mais mencionados no debate internacional. Em função das pressões de diferentes segmentos sociais, critérios de sustentabilidade foram definidos e têm condicionado a aplicação de políticas de fomento aos biocombustíveis. Na prática, esquemas de certificação têm sido usados de forma crescente e nada indica que essa tendência seja alterada. Assim, a futura produção de etanol de cana de açúcar no Brasil, e a competitividade da produção nacional em mercados internacionais, estarão condicionadas a que sustentabilidade seja uma realidade, e possa ser comprovada. No Brasil, muito pouco se sabe sobre os impactos da produção de cana, e de etanol, sobre a biodiversidade, e foi isso que motivou esta dissertação. Seu objetivo geral é o entendimento da questão biocombustíveis-biodiversidade, incluindo a identificação do conhecimento existente, das diferentes visões, das aspirações, etc. A análise foi feita com foco na produção de etanol de cana, nas condições brasileiras, e de suas perspectivas. Um dos objetivos específicos foi definido na avaliação dos esquemas de certificação, e como neles a biodiversidade tem sido tratada. Uma das conclusões desta dissertação é que, não só no Brasil, ainda pouco se sabe sobre os impactos dos biocombustíveis sobre a biodiversidade. Segundo, biodiversidade é um tema complexo, que tem várias dimensões, e em um esquema de certificação não se pode ter as mesmas ambições de avaliação e monitoramento de trabalhos científicos. Mais ainda, esquemas de certificação são instrumentos de mercado, e precisam ser definidos tendo-se em mente aspectos condicionantes como a praticidade, os custos, e as responsabilidades que podem ser atribuídas ao agente econômico que é avaliado. Entretanto, em geral os esquemas de certificação de biocombustíveis são mais rigorosos do que os esquemas que tratam de produtos florestais e alimentícios, e estão alinhados com os indicadores recomendados para empresas de energia. De qualquer forma, mecanismos de certificação têm um importante papel a cumprir no fomento às iniciativas, na disseminação de informações e na diferenciação de produtores e produtos. As normas devem ser entendidas como complementares à regulação pública e, dessa forma, podem ser muito úteis. Finalmente, conclui-se que as leis e a regulação do uso da terra no Brasil (e.g., o Código Florestal, o Zoneamento Agroecológico e a definição de Áreas Prioritárias de Conservação) podem ser, desde que adequadamente aplicadas, suficientes para que os potenciais impactos sobre a biodiversidade sejam evitados ou minimizados. Com a legislação existente, e com a pressão do mercado e dos segmentos sociais, a produção de etanol de cana no Brasil tem amplas condições de ser cada vez mais sustentável, de uma forma geral, e menos impactante sobre a biodiversidade, em particular.

Palavras Chave: biocombustíveis; biodiversidade; sustentabilidade; certificação.

Abstract

The sustainability of biofuels is a controversial issue, which gained large dimension since the second half of last decade. In this context, biodiversity is one of the most mentioned aspects in the international debate. Because of pressure from different social segments, sustainability criteria have been defined and have conditioned the application of policies to promote biofuels. In practice, certification schemes have been increasingly used and there is no indication that this trend will change. Thus, future production of ethanol from sugarcane in Brazil, and the competitiveness of national production in international markets, will depend on the fact that sustainability is a reality, and may be proved. In Brazil, very little is known about the impacts of sugarcane and ethanol production on biodiversity, and that was what motivated this dissertation. Its overall goal is to understand the issue biofuels-biodiversity, including the identification of existing knowledge, the different visions, aspirations, etc. The analysis was focused on the production of ethanol from sugarcane in Brazilian conditions, and perspectives. One of the specific objectives was defined in the assessment of certification schemes, and how biodiversity has been addressed. One of the conclusions of this dissertation is that very little is known about the impacts of biofuels on biodiversity, worldwide. Second, biodiversity is a complex issue that has many dimensions, and through a certification scheme is not possible to assess and monitor biodiversity as in scientific research. Furthermore, certification schemes are market instruments, and must be defined taking into account aspects as practicality, costs, and responsibilities that can be assigned to the economic agent that is certified. However, in general certification schemes of biofuels are stricter than certification schemes of forest and food products, and are aligned with the indicators recommended for energy companies. Anyway, certification mechanisms have an important role to play in fostering initiatives, in disseminating information and on differentiating producers and products. But the standards should be understood as complementary to public regulation, and thus they can be very useful. Finally, a conclusion of this dissertation is that the laws and regulations already available in Brazil regarding land use (e.g., the Forest Code, the Agro-ecologic Zoning and the definition of Priority Areas for Conservation) can be sufficient for avoiding or minimizing the potential impacts over biodiversity but, obviously, depending on their enforcement. With the existing legal and regulatory environment, combined with pressures from the market and from social actors, the sustainability of ethanol production from sugarcane in Brazil can be improved. This can result in even more sustainable production in general, and less impacts over biodiversity, in particular.

Keywords: biofuels; biodiversity; sustainability; certification.

Lista de Tabelas

Tabela 2.1: Atributos dos indicadores para realização de inventário e monitoramento da biodiversidade terrestre

Tabela 2.2: Indicadores propostos para a avaliação das metas de redução de perda da biodiversidade no período 2002-2010 (Butchart *et al.*, 2010 – **B**; CBD, 2010 – **C**) e para avaliação de impactos dos biocombustíveis sobre a biodiversidade (Dennison, 2011 - **D**)

Tabela 2.3: Comparação de indicadores de biodiversidade propostos para uso em âmbito nacional ou global (Butchart *et al.*, 2010 – **B**; CBD, 2010 – **C**; Dennison, 2011 – **D**) e indicadores para uso em âmbito local ou por empresa (EBI – **E**)

Tabela 2.4: Indicadores de biodiversidade propostos pela EBI – informação necessária e comentários

Tabela 3.1: Estimativa da diversidade biológica nos seis biomas do Brasil

Tabela 3.2: Cana colhida para produção de açúcar e etanol em diferentes safras, em milhões de toneladas

Tabela 3.3: Lista Vermelha de espécies ameaçadas da IUCN, segundo as sete categorias, no Mundo e no Brasil, em 2013

Tabela 3.4: Número de espécies endêmicas e espécies endêmicas ameaças no Brasil, por grupo taxonômico

Tabela 3.5: Crescimento das espécies ameaçadas na fauna, no Brasil

Tabela 3.6: Fatores de pressão sobre a biodiversidade – número de espécies ameaçadas

Tabela 4.1: Motivação de diferentes stakeholders para a certificação

Tabela 4.2: Síntese das iniciativas de sustentabilidade e esquemas de certificação

Tabela 4.3: Síntese de alguns esquemas de certificação e como a biodiversidade tem sido tratada

Tabela 4.4: Resumo das comparações e aspectos prioritários de esquemas de certificação sobre biodiversidade

Tabela 4.5: Comparação dos indicadores de biodiversidade considerados adequados para biocombustíveis (baseado em DENNISON, 2011) e para empresas de energia (baseado em EBI) com aspectos considerados nos esquemas de certificação de biocombustíveis

Tabela 4.6: Comparação de três esquemas de certificação de biocombustíveis com práticas, legislação e o conhecimento existente no Brasil

Lista de Figuras

Figura 1.1: Processos críticos da Terra e os limites planetários

Figura 1.2: Efeito relativo dos principais fatores sobre mudanças na biodiversidade

Figura 1.3: Principais ameaças à biodiversidade (na ordenada os valores são percentuais)

Figura 2.1: Desenvolvendo indicadores de biodiversidade (baseado em EBI)

Figura 3.1: Localização dos biomas brasileiros

Figura 3.2: Localização das usinas de cana de açúcar em 2008, e local previsto de novas unidades (de acordo com planos naquele ano)

Figura 3.3: Resultados do Zoneamento Agroecológico da Cana. As áreas marcadas em verde são às adequadas ao plantio da cana, e as áreas hachuradas foram excluídas

Figura 3.4: Mapa com resultados do Zoneamento Agroecológico da Cana em São Paulo

Figura 3.5: Áreas Prioritárias de Conservação de acordo com a importância biológica no estado de Goiás, em 1998-2000

Figura 3.6: Áreas Prioritárias de Conservação indicadas em 2007, de acordo com a importância biológica no estado de Goiás

Figura 3.7: Combinação das APCs indicadas em 2007 e áreas consideradas adequadas ao plantio de cana, segundo o ZAE, no estado de Goiás

Figura 3.8: Áreas Prioritárias de Conservação indicadas em 2007, de acordo com a importância biológica no estado de São Paulo

Figura 3.9: Combinação das APCs indicadas em 2007 e áreas consideradas adequadas ao plantio de cana, segundo o ZAE, no estado de São Paulo

Figura 4.1: Principais fatores motivadores e possíveis consequências da certificação de biocombustíveis

Lista de Abreviaturas e Siglas

| | |
|-----------------|---|
| AP | Áreas Protegidas |
| APC | Áreas Prioritárias de Conservação |
| APP | Áreas de Proteção Permanente |
| BBP | Global Business and Biodiversity Programme |
| CBD | Convention on Biological Diversity |
| CEN/TC 383 | Committee for Sustainable Produced Biomass for Energy Applications |
| CO ₂ | Gás Carbônico |
| COP | Conferência das Partes |
| EBI | Energy Biodiversity Initiative |
| EU-RED | Diretiva de Energia Renovável da União Europeia |
| FSC | Forest Stewardship Council |
| GBEP | Global Bioenergy Partnership |
| GEE | Gás de Efeito Estufa |
| HCV | Alto Valor de Conservação(High Conservation Value) |
| HCVA | High Conservation Value Areas |
| HCVF | Alto Valor de Conservação de Florestas (High Conservation Value Forests) |
| IBDF | Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal |
| ILUC | Indirect Land Use Change The International Social and Environmental Accreditation and Labeling |
| ISEAL | Alliance |
| ISO | International Organisation for Standardization |
| IUCN | União Internacional para Conservação da Natureza |
| MEA | Millenium Ecosystem Assessment |
| MMA | Ministério do Meio Ambiente |
| OGM | Organismos Geneticamente Modificados |
| ONG | Organização Não Governamental |
| ONU | Organização das Nações Unidas |
| P&C | Princípios & Critérios |
| RFS | Renewable Fuel Standard |
| RSB | Roundtable on Sustainable Biomaterials |
| RSPO | Roundtable on Sustainable Palm Oil |
| RTFO | Renewable Transport Fuel Obligation, no Reino Unido |
| RTRS | Roundtable on Responsible Soy |
| SBSTTA | Órgão Subsidiário de Assessoramento Científico, Técnico e Tecnológico |

| | |
|--------|---|
| UNEP | United Nations Environmental Programme |
| UNFCCC | Convenção Quadro sobre Mudança de Clima |
| WWF | World Wide Fund for Nature |
| ZAE | Zoneamento Agroecológico da Cana |

SUMÁRIO

| | |
|---|-----------|
| INTRODUÇÃO | 1 |
| Objetivos gerais | 2 |
| Objetivos específicos | 3 |
| CAPÍTULO 1 – BIODIVERSIDADE E BIOCOMBUSTÍVEIS | 5 |
| 1.1 Limites Planetários | 5 |
| 1.2 O Conceito de Biodiversidade | 7 |
| 1.3 A Perda de Biodiversidade | 8 |
| 1.4 Principais Preocupações a Respeito da Biodiversidade | 10 |
| 1.4.1 Extinção de espécies e risco de extinção | 11 |
| 1.4.2 Mudança de habitat | 12 |
| 1.4.3 Superexploração | 12 |
| 1.4.4 Poluição | 13 |
| 1.4.5 Espécies exóticas invasoras | 13 |
| 1.4.6 Mudanças climáticas | 14 |
| 1.5 Percepção Pública | 14 |
| 1.5.1 Organização internacional – CBD | 15 |
| 1.5.2 ONGs | 17 |
| 1.5.3 Cientistas | 27 |
| CAPÍTULO 2 – MONITORAMENTO E INDICADORES DE BIODIVERSIDADE | 30 |
| 2.1 Introdução | 30 |
| 2.2 Monitoramento e Metodologias | 31 |
| 2.2.1 Monitoramento: conceitos e contexto | 31 |
| 2.2.2 Aspectos importantes de um programa de monitoramento | 32 |
| 2.2.3 Experiências de monitoramento | 33 |
| 2.2.4 Dificuldades de monitoramento | 34 |
| 2.3 Indicadores de Biodiversidade | 35 |
| 2.3.1 Aspectos gerais sobre indicadores de biodiversidade | 35 |
| 2.3.2 Indicadores usados em avaliações científicas | 36 |
| 2.3.3 Definição de indicadores de uso corporativo | 38 |
| 2.3.4 Indicadores de biodiversidade em âmbito global e nacional | 40 |
| 2.3.5 Indicadores de biodiversidade em âmbito local e de empresas | 44 |
| 2.3.6 Biodiversidade e indicadores em sistemas agrícolas | 47 |

| | |
|--|-----------|
| 2.4 Aspectos Relacionados aos Dados Necessários | 49 |
|--|-----------|

CAPÍTULO 3 – BIODIVERSIDADE NO BRASIL E A CANA DE AÇÚCAR

51

| | |
|---|-----------|
| 3.1 Biodiversidade no Brasil | 51 |
| 3.2 Conhecimento Existente no Brasil | 58 |
| 3.2.1 Conhecimento sobre o Cerrado e a Mata Atlântica | 58 |
| 3.2.2 Bases de dados | 64 |
| 3.3 Conhecimento sobre Cana de Açúcar e Biodiversidade | 65 |
| 3.3.1 Publicações com abordagem geral | 65 |
| 3.3.2 Publicações com foco crítico | 66 |
| 3.3.3 Publicações com informações sobre cana e biodiversidade | 66 |
| 3.4 Políticas e Regulação | 68 |
| 3.4.1 Zoneamento Agroecológico | 68 |
| 3.4.2 Áreas Prioritárias de Conservação (APC) | 72 |
| 3.4.3 Novo Código Florestal | 78 |

CAPÍTULO 4 – ESQUEMAS DE CERTIFICAÇÃO DOS BIOCOMBUSTÍVEIS

85

| | |
|---|------------|
| 4.1 Introdução | 85 |
| 4.2 Evolução da Certificação de Produtos e Processos | 85 |
| 4.3 Iniciativas de Sustentabilidade e Certificação de Biocombustíveis | 88 |
| 4.3.1 Histórico | 88 |
| 4.3.2 Esquemas de certificação tratados neste estudo | 91 |
| 4.3.3 Síntese das iniciativas de sustentabilidade e esquemas de certificação | 97 |
| 4.4 Biodiversidade nos Esquemas de Certificação | 100 |
| 4.5 Comparação dos esquemas de certificação com recomendações e práticas | 107 |
| 4.6 Tendências de certificação no Brasil | 112 |
| 4.7 Implicações sobre a conservação da biodiversidade | 112 |

CAPÍTULO 5 - CONCLUSÕES

115

| | |
|---------------------------------|------------|
| 5.1 Contexto e Objetivos | 115 |
| 5.2 Conclusões | 116 |

REFERÊNCIAS

121

Introdução

Nos sistemas de transportes, os biocombustíveis são uma das principais alternativas para os derivados de petróleo. No transporte rodoviário, a substituição dos derivados de petróleo (gasolina e diesel) tem sido uma prioridade em vários países, por causa das preocupações quanto à dependência externa¹ e, também, por causa da necessidade de redução das emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE). Com o uso de biocombustíveis, em substituição parcial ou total aos derivados de petróleo, não há necessidade de grandes mudanças na estrutura de suprimento e nos próprios veículos, e isso é uma vantagem em curto prazo.

Nesta dissertação, biocombustíveis devem ser entendidos como combustíveis líquidos, produzidos a partir de biomassa vegetal. Assim, neste trabalho biocombustíveis são etanol e biodiesel, que são os mais utilizados em todo o mundo, e para os quais há perspectivas promissoras de consumo nos próximos anos. Em alguns países europeus também tem certa importância o uso de biogás (gás que é resultado da biodigestão de matéria orgânica).

No Brasil e no mundo, sempre foram feitos questionamentos a respeito das reais vantagens do uso dos biocombustíveis. Frequentemente restrições relativas aos impactos ambientais e sociais foram apresentadas e reforçaram argumentos contrários aos subsídios que são necessários no início da produção em larga escala. No Brasil, com a redução dos custos de produção e a competitividade em relação à gasolina, e com o sucesso dos veículos flex-fuel, esses questionamentos foram minimizados ao menos por parte de grande fração da população.

No mundo, entretanto, a sustentabilidade dos biocombustíveis se tornou o tema de grande debate nos últimos anos. Com a elevação dos preços dos alimentos, em 2007 e 2008, a produção em larga escala de biocombustíveis foi rapidamente apresentada como a principal causa. Praticamente ao mesmo tempo, em várias publicações foram apresentados argumentos que colocaram em dúvida a contribuição dos biocombustíveis para a redução das emissões de GEE. Até então, essa era a principal razão apresentada para as políticas de apoio. Esses trabalhos exploraram principalmente a hipótese de que a produção em larga escala de biocombustíveis pode causar desmatamento, em função de impactos indiretos da mudança do uso da terra. Essas emissões podem inclusive ocorrer não no país em que se dá a produção de biocombustível.

E, com o agravamento das críticas, os questionamentos passaram a incluir aspectos como os impactos sobre os recursos hídricos, impactos socioeconômicos, e os impactos sobre a biodiversidade.

A produção de biocombustíveis em grande escala é relativamente recente e ocorre em poucos países. Resultados positivos e negativos são muito particulares das condições e dos locais de produção, e não podem ser generalizados.

¹As razões específicas são a segurança de suprimento e a tendência de elevação dos preços internacionais do petróleo.

Sabe-se algo mais a respeito dos impactos de atividades agrícolas sobre a biodiversidade, e esse conhecimento foi rapidamente associado ao que pode acontecer quando da produção de biocombustíveis com objetivos comerciais. Sabe-se, também, que o mais importante vetor de perda de biodiversidade é a destruição dos habitats por causa da mudança do uso da terra, e pode ter grande impacto a introdução de espécies invasoras, o uso de agroquímicos, etc.

Em resposta aos questionamentos sobre a sustentabilidade dos biocombustíveis, vários governos passaram a definir critérios mínimos para que os mesmos possam ser comercializados e sejam elegíveis às políticas de fomento. Na Europa, por várias razões, esse processo foi mais rápido e uma Diretiva (a EU-RED – Diretiva de Energias Renováveis da União Europeia) foi definida e implementada. A consequência é que em vários mercados os produtores e comercializadores de biocombustíveis precisam ter certificados para comprovar o cumprimento dos princípios e critérios que lhes foram impostos.

Foi no contexto desse conjunto de aspectos que o tema desta dissertação foi definido. No Brasil, a produção de etanol a partir da cana é significativa e sua importância pode aumentar muito em pouco tempo. O país tem grande biodiversidade (é um dos países considerados megadiversos) e há biomas ameaçados, por causa das ações antrópicas no passado (por exemplo, na Mata Atlântica) e no presente (por exemplo, no Cerrado e na Amazônia). A competitividade do país no mercado internacional de etanol dependerá da demonstração da real sustentabilidade de sua produção, consideradas as dimensões econômica, social e ambiental. Ainda mais, o conhecimento que se tem no Brasil sobre biodiversidade não é muito amplo, e menos ainda se sabe sobre os reais e potenciais impactos da produção de cana e etanol em larga da escala, nas condições em que ocorre no Brasil. Finalmente, uma importante questão é o que já se sabe e o que é preciso saber para que a expansão da cana ocorra com mínimos impactos sobre a biodiversidade.

O foco da dissertação é o etanol produzido a partir da cana de açúcar no Brasil. A não consideração de biodiesel deve-se ao fato de que a adoção dos esquemas de certificação ocorrerá, ao menos nos próximos anos, com o objetivo de se atingir mercados internacionais, e é bastante improvável que o Brasil tenha condições de exportar biodiesel em quantidades significativas.

Esta dissertação foi desenvolvida a partir da definição de um objetivo geral, com a consideração de dois aspectos relacionados, e quatro objetivos específicos. Os objetivos são descritos a seguir.

Objetivos gerais

Os objetivos gerais desta dissertação são analisar como tem evoluído o debate sobre a sustentabilidade dos biocombustíveis - em particular quanto aos aspectos que dizem respeito aos potenciais impactos sobre a biodiversidade - e analisar as perspectivas no Brasil, sob esta ótica, quanto à produção de etanol de cana de açúcar.

Objetivos específicos

O primeiro objetivo específico do presente trabalho é identificar as preocupações científicas e dos vários segmentos da sociedade quanto aos potenciais impactos da produção de biocombustíveis sobre a biodiversidade.

O segundo objetivo específico é identificar como os esquemas de certificação da sustentabilidade dos biocombustíveis abordam a biodiversidade, e analisar em que medida tais esquemas podem contribuir para com a minimização dos impactos.

O terceiro objetivo específico desta dissertação é avaliar qual o estágio do conhecimento sobre os indicadores de biodiversidade, e a praticidade de aplicação de indicadores mais elaborados. Isso porque, em associação aos esquemas de certificação, cobra-se que os indicadores sejam definidos com fundamentação científica.

Finalmente, o quarto objetivo específico é analisar, ainda que não detalhadamente, qual o estágio do conhecimento existente no Brasil sobre os impactos da produção de etanol de cana sobre a biodiversidade.

A pesquisa foi realizada com ampla pesquisa bibliográfica, uma vez que foram vários os temas pesquisados. Com as informações obtidas, foi feita análise crítica das mesmas. A seguir, foi feita análise com o objetivo de integrar as informações e desenvolver as conclusões, de forma a que os objetivos (gerais e específicos) fossem cumpridos. Durante o período de desenvolvimento desta pesquisa, a autora participou ativamente do grupo de trabalho que prepara uma norma ISO com foco na sustentabilidade da bioenergia.

Esta dissertação está documentada em cinco capítulos, além deste texto introdutório. No Capítulo 1 o tema tratado é a relação entre biocombustíveis e biodiversidade, com apresentação dos conceitos fundamentais, as preocupações mais gerais e, principalmente, as visões que atores chave (instituições, cientistas e ONGs) têm sobre a questão.

No Capítulo 2 o tema é o monitoramento da biodiversidade, os indicadores que devem ser utilizados para propósitos específicos, e os dados necessários. O objetivo foi obter informações que permitem analisar os procedimentos de avaliação de impactos sobre a biodiversidade, e a viabilidade de eventual aplicação desses procedimentos de monitoramento, e dos indicadores, nos esquemas de certificação dos biocombustíveis.

O objetivo com o Capítulo 3 era identificar o conhecimento que se tem sobre biodiversidade no Brasil, de uma forma geral, e mais especificamente o conhecimento que se tem sobre os impactos da produção de cana sobre a biodiversidade. A identificação do conhecimento e dados disponível no Brasil foi um objetivo específico.

O Capítulo 4 é o principal texto desta dissertação, uma vez que nele está documentada a análise de alguns dos principais esquemas de certificação dos biocombustíveis e como neles a biodiversidade tem sido tratada. Ao final do capítulo, faz-se a análise de que problemas

relacionados aos impactos dos biocombustíveis sobre a biodiversidade podem ser tratados com esquemas de certificação.

Finalmente, no Capítulo 5 são apresentadas as conclusões desta dissertação.

Capítulo 1 – Biodiversidade e Biocombustíveis

1.1 Limites Planetários

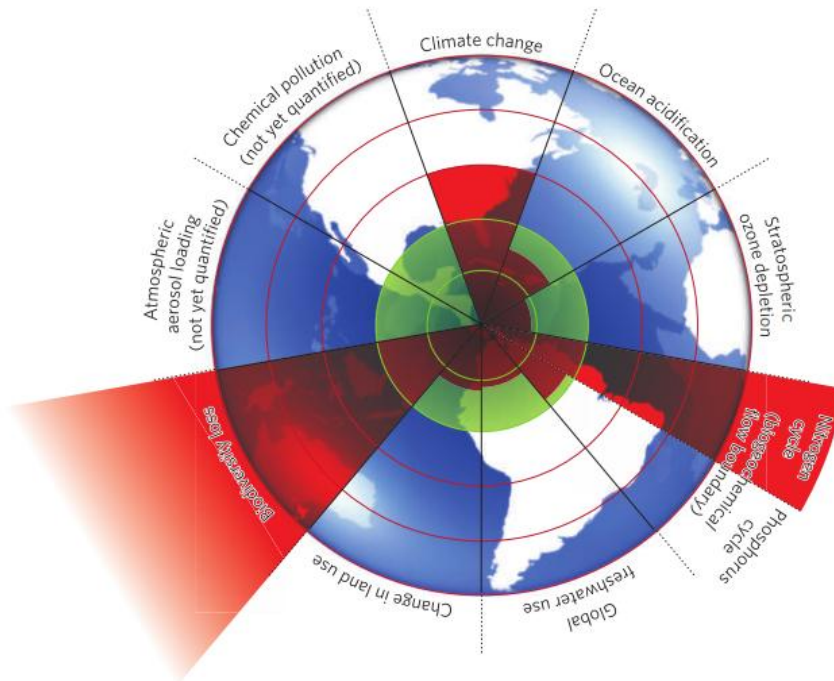
Segundo Steffen *et al.* (2011), no século XXI a humanidade poderá enfrentar escassez de recursos naturais que lhe são críticos, a degradação dos serviços ecossistêmicos e a redução ou a deterioração da capacidade do planeta absorver resíduos. Embora alguns problemas ambientais globais sejam recorrentes e tenham ocorrido anteriormente, essa situação é nova em sua velocidade, em sua escala global e na ameaça à resiliência do sistema terrestre. A atual era, que vem desde a Revolução Industrial, é chamada Antropoceno.

Nesta era, as ações humanas são consideradas a causa principal das mudanças ambientais globais. Anteriormente, no Holoceno (período de 10 mil anos anterior à Revolução Industrial), mudanças ocorreram de maneira natural e a capacidade da Terra de se regular manteve as condições necessárias para o desenvolvimento humano. A temperatura, a disponibilidade de água e também os ciclos biogeoquímicos se mantiveram dentro dos limites esperados de variação. O que se vê no Antropoceno, ao contrário, é que as atividades humanas atingiram um nível em que podem prejudicar o equilíbrio da Terra (ROCKSTROM *et al.*, 2009), e há sinais claros de deterioração. Assim, alguns autores sugerem que alteremos urgentemente nossa relação com o planeta, para que o sistema terrestre não seja levado a uma trajetória com mais impactos negativos e, possivelmente, a um processo sem retorno (STEFFEN *et al.*, 2011).

As várias pesquisas sobre temas relacionados ao sistema terrestre e sua deterioração pelo homem fizeram com que os problemas pudessem ser mais bem compreendidos. O atual estágio do conhecimento já permite que soluções sejam propostas e, portanto, não se está apenas no estágio de identificação dos problemas (STEFFEN *et al.*, 2011).

No momento, o desafio é voltar a conseguir manter o equilíbrio da Terra. Manter o que Rockstrom *et al.* (2009) chamaram de “limites planetários”. Os limites planetários definem o espaço operacional seguro para a humanidade utilizar os recursos do planeta, e esses limites estão associados com os subsistemas e processos biofísicos da Terra.

Os processos críticos que os autores acreditam que precisam ter limites respeitados são: mudanças climáticas, perda de biodiversidade (terrestre e marinha), interferência humana nos ciclos de nitrogênio e fósforo, diminuição da camada de ozônio, acidificação dos oceanos, uso global de água, mudança do uso da terra, poluição química e emissão de aerossóis na atmosfera (ver Figura 1.1).



Fonte: Rockstrom *et al.* (2009)

Figura 1.1: Processos críticos da Terra e os limites planetários

A Figura 1.1 ilustra os processos cujos limites planetários precisam ser respeitados e os limites propostos (representação em verde, na figura) por Rockstrom *et al.* (2009). Nem todos os processos que ocorrem na Terra têm limites bem definidos ou têm um valor crítico conhecido, porém, as ações humanas podem minar a resiliência dos processos ou subsistemas. Por exemplo, com a degradação do solo e da água, ou seja, com a ultrapassagem dos limites desses subsistemas, pode aumentar o risco de superação dos limites em outros processos a estes relacionados, como o sistema climático.

Como mostra a Figura 1.1, se estima que três limites planetários já tenham sido ultrapassados: mudanças climáticas, perda de biodiversidade e interferência humana no ciclo de nitrogênio, como indicado em vermelho na figura. No caso da biodiversidade, que é o foco principal deste estudo, o indicador utilizado como limite pelos autores é a taxa anual de extinção, por milhão de espécies e, no trabalho, são comparados o limite proposto pelos pesquisadores, o estágio atual de extinção e o valor de extinção antes da Revolução Industrial. Os autores (ROCKSTROM *et al.*, 2009) comentam que a atual taxa de extinção por ação antropogênica não tem precedentes desde o último evento de extinção global em massa. A conclusão é que a taxa atual de extinção é cem a mil vezes maior do que o que poderia ser considerada natural pelos cientistas, ameaçando a resiliência do sistema global.

1.2 O Conceito de Biodiversidade

A palavra biodiversidade passou a ser conhecida com a publicação de um livro por Edward O. Wilson, da Universidade de Harvard, Estados Unidos, em 1988. Segundo o autor, “A biodiversidade é uma das maiores riquezas do planeta, e, entretanto, é a menos reconhecida como tal”.

Na publicação, biodiversidade foi conceituada como “Toda a variação baseada em hereditariedade em todos os níveis de organização dos genes existentes em uma simples população local ou espécies, as espécies que compõem toda ou parte de uma comunidade local e, finalmente, as próprias comunidades que compõem a parte viva dos multivariados ecossistemas existentes no mundo” (WILSON, 1988).

Já a Convenção da Diversidade Biológica (em inglês, *Convention on Biological Diversity - CBD*)² define a biodiversidade como “a variabilidade de organismos vivos de todas as origens, compreendendo, dentre outros, os ecossistemas terrestres, marinhos e outros ecossistemas aquáticos e os complexos ecológicos de que fazem parte; biodiversidade compreende ainda a diversidade dentro de espécies, entre espécies e de ecossistemas”.

Estes dois conceitos são os mais difundidos, embora haja muitas outras definições. Portanto, biodiversidade pode ser entendida como a diversidade no conjunto de seres vivos existentes nos diferentes biomas do planeta, nos âmbitos micro a macroscópicos, e também entre indivíduos da mesma espécie e entre espécies. Muitas vezes biodiversidade é usada como sinônimo de diversidade biológica.

Para Gaston (2010), biodiversidade também é a variedade da vida, em todas as suas manifestações. Este é um conceito amplo que abrange todas as formas, níveis e combinações da variação natural de todos os níveis de organização biológica. O termo “variedade da vida” pode ser determinado a partir da distinção de alguns elementos chave que, segundo Gaston (2010), são os três blocos que constituem a biodiversidade: (i) diversidade genética, (ii) diversidade do organismo e (iii) diversidade ecológica. Os três grupos são extremamente ligados e há elementos comuns entre eles.

Diversidade genética engloba os componentes do código genético que estruturam os organismos (nucleotídeos, genes e cromossomos) e definem a variação genética entre indivíduos de uma população e entre as populações. Estas são as matérias-primas da evolução.

A diversidade de organismo trata toda hierarquia taxonômica e seus componentes, de indivíduos até populações, subespécies e espécies, gênero, família, filo, reinos e domínios. Algumas das expressões mais conhecidas da biodiversidade são relacionadas com essa categoria, tais como riqueza de espécies (número de espécies) e população. Já a diversidade ecológica contempla as

²A Convenção sobre a Diversidade Biológica (CBD) foi criada pela Organização das Nações Unidas (ONU) em 1992.

escalas de diferenças ecológicas entre as populações, habitats, ecossistemas, ecorregiões, províncias e biomas.

O estágio do desconhecimento sobre biodiversidade ainda é grande, principalmente dentro de determinados grupos taxonômicos nos quais é mais difícil a identificação de diferenças entre os organismos. Nem todas as espécies já foram descritas na literatura ou, às vezes, algumas espécies são conhecidas por diferentes nomes (sinônimos); também, alguns nomes são atribuídos para mais de uma espécie (homônimos). Portanto, em alguns casos, somente uma análise molecular pode identificar diferentes espécies.

A respeito dos objetivos desta dissertação, cabe mencionar que a biodiversidade tem múltiplas dimensões e é uma área de conhecimento muito complexo. Portanto, não se pode utilizar uma única medida para mensurá-la. Dado o grande número de espécies, com o atual ritmo de catalogação ainda vai demorar dezenas de anos para se conhecer todas elas (GASTON, 2010).

1.3 A Perda de Biodiversidade

Um dos principais estudos sobre a biodiversidade é o *Millenium Ecosystem Assessment* (MEA). Este estudo foi solicitado pelo Secretário Geral da Organização das Nações Unidas (ONU), em 2000, com o objetivo de analisar as consequências das mudanças dos ecossistemas para o bem-estar humano, identificando cientificamente ações necessárias para aumentar a conservação e o uso sustentável dos ecossistemas. Os estudos envolveram trabalho de especialistas de todo o mundo e as descobertas estão divididas em cinco relatórios que tratam da restauração, conservação e aumento do uso sustentável dos ecossistemas. Um dos relatórios do MEA é “Síntese da Biodiversidade”, e seus principais pontos serão abordados nesta dissertação.

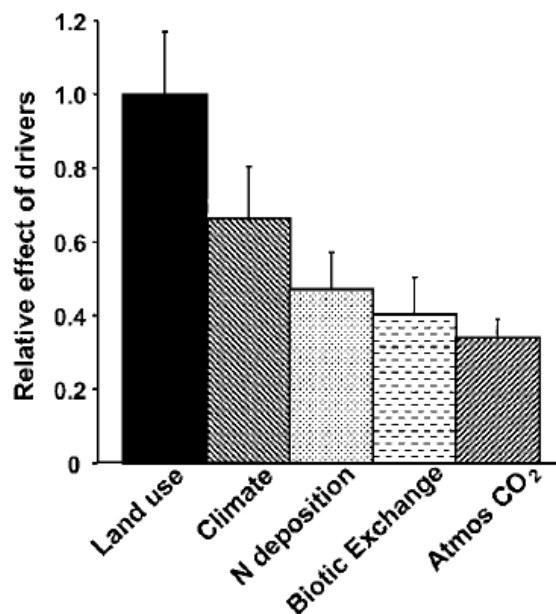
Segundo o MEA (2005), as mudanças na biodiversidade devido às atividades humanas foram mais rápidas nos últimos 50 anos do que em qualquer outra época da história da humanidade. Os fatores causadores dessas mudanças, os chamados “*drivers of change*”, em inglês, causam perda de biodiversidade e levam a mudanças nos serviços ecossistêmicos³. Não se tem evidências de que esses fatores estejam perdendo força ao longo do tempo, mas sim, ao contrário, de que estão aumentando em intensidade. Nos quatro cenários elaborados pelos especialistas do MEA, as taxas de mudanças na biodiversidade estão projetadas para continuarem aumentando.

A perda da biodiversidade é uma grande preocupação para os cientistas, pois a biodiversidade contribui, direta e indiretamente, com vários constituintes do bem-estar da humanidade. Diretamente, através do fornecimento dos serviços ecossistêmicos e, também, através da sua regulação e, indiretamente, através do suporte dos mesmos. Uma das principais causas da perda

³Serviços Ecossistêmicos são os benefícios que as pessoas obtêm dos ecossistemas, incluindo (1) o provisionamento de serviços como alimentos e água; (2) regulação dos serviços, tais como controle de enchentes, de secas, da degradação do solo, e de doenças; (3) o suporte a serviços tais como a formação do solo e a ciclagem de nutrientes; e (4) vários serviços culturais tais como serviços de recreação, espirituais, religiosos e outros benefícios não materiais (MEA, 2005).

da biodiversidade é a mudança do uso da terra (SALA *et al.*, 2000; PEREIRA *et al.*, 2012). Atividades econômicas são causadoras da conversão do uso de terras, da destruição de ecossistemas e da biodiversidade propriamente dita, mas o impacto da perda da biodiversidade é geralmente muito mais alto e seus custos podem inclusive superar os benefícios econômicos da atividade.

Sala *et al.* (2000) analisaram em seu estudo a magnitude das mudanças da biodiversidade decorrentes da ação antropogênica. Tendo como horizonte 2100, os autores avaliaram mudanças globais na biodiversidade em 10 biomas, com base em cenários globais de mudanças no ambiente e uso da terra. No estudo foram identificados os cinco fatores mais importantes e determinantes das mudanças na biodiversidade em escala global (ver Figura 1.2). São eles: (i) as mudanças no uso da terra, (ii) o aumento da concentração de CO₂ atmosférico, (iii) a deposição de nitrogênio e a chuva ácida, (iv) variações do clima e (v) o intercâmbio biótico (introdução intencional ou acidental de plantas e animais em um ecossistema). Os autores calcularam as mudanças da biodiversidade como sendo o produto das alterações esperadas de cada “driver” pelos impactos de cada “driver” na biodiversidade, em diferentes biomas; os valores apresentados na Figura 1.2 são médias, e nela são também apresentadas as margens de erro. Os valores apresentados foram relativizados em relação ao maior impacto.



Fonte: Sala, *et al.* (2000)

Figura 1.2: Efeito relativo dos principais fatores sobre mudanças na biodiversidade

Nota: Os valores foram relativizados em relação à máxima alteração. As barras finas indicam os desvios padrão, e representam a variabilidade da estimativa. No cálculo original os autores consideraram o impacto de cada fator em diferentes biomas.

Segundo os autores, a mudança do uso da terra já é a razão dos maiores impactos sobre a biodiversidade e deverá ser o fator responsável pelos maiores impactos durante o século XXI, principalmente por causa dos efeitos devastadores sobre os habitats, seguido da direta extinção de espécies. Exemplos são a conversão de pastagens em terras agrícolas, ou de florestas tropicais em pastagens, que resultam na extinção da maioria das espécies vegetais e animais (SALA, *et al.*, 2000).

A mudança do uso da terra, a introdução de culturas agrícolas não nativas e a aplicação de fertilizantes nitrogenados, que podem ocorrer com a agricultura em larga escala, em geral, e com a produção de biocombustíveis, em particular, estão entre os principais aspectos potencialmente danosos para a biodiversidade.

1.4. Principais Preocupações a Respeito da Biodiversidade⁴

A ação antrópica e a apropriação dos recursos naturais da Terra pelo Homem estão levando à perda de biodiversidade e a alterações na distribuição, composição e abundância da biodiversidade em uma escala preocupante. Mudanças na biodiversidade são indicadas por perdas como, por exemplo, a redução do número ou extinção de espécies ou alterações na composição das espécies.

Algumas ações humanas alteram a composição das espécies e sua abundância relativa em um ecossistema, o que muda a estrutura das comunidades envolvidas, porém, essas ações não levam necessariamente à perda de biodiversidade em escala regional ou global. Já mudanças na variedade de espécies, induzidas por fatores climáticos ou fatores abióticos, podem não levar a mudanças em nível global, mas a resultados muito distintos entre regiões.

A literatura a respeito é conclusiva e mostra que os principais fatores de mudança da biodiversidade são: (i) o desmatamento, em geral para a introdução de plantações agrícolas e pecuária, (ii) a caça e a pesca predatórias, (iii) incêndios (acidentais ou não), (iv) a introdução de espécies invasoras, (v) a poluição dos geossistemas (atmosfera, hidrosfera e litosfera) e (vi) as mudanças climáticas de origem antropogênica. A caça e o fogo têm impactado a biodiversidade por aproximadamente um milhão de anos, enquanto os impactos da poluição e, principalmente, das mudanças climáticas de origem antropogênica, vêm sendo notados somente nos últimos cem anos.

Impactos em larga escala sobre os ecossistemas começaram com o desenvolvimento da agricultura, que teve na domesticação de animais o seu momento chave. A agricultura trouxe mudanças importantes nos ecossistemas, primeiro com o desmatamento de grandes áreas, em geral com a utilização do fogo e, em seguida pelas mudanças de espécies (com a troca de herbívoros selvagens por herbívoros domesticados).

⁴ Exceto quando indicado, o texto desta seção está baseado em Pereira *et al.* (2012) e MEA (2005) .

1.4.1 Extinção de espécies e risco de extinção

Durante o século XX ocorreram aproximadamente 100 extinções de pássaros, mamíferos e anfíbios. Este número é 20 a 40 vezes maior do que a taxa de extinção média que se estima tenha ocorrido no Período Cenozóico, e não inclui as extinções em ambiente marinho. Infelizmente, muito pouco se sabe sobre os organismos que vivem em águas profundas.

Apenas entre 1984 e 2004, a União Internacional para Conservação da Natureza (IUCN) registrou 27 extinções. Em 2013, a avaliação é de que as extinções acumuladas chegam a 799 (IUCN, 2013). Considera-se que a perda de habitat teve uma grande importância em 13 dessas extinções, seguidas por espécies exóticas invasoras e, também, por doenças. A destruição e a perda de habitats têm tido um papel muito maior nas extinções recentes do que em períodos anteriores, e doenças estão surgindo como uma nova ameaça.

Do início do declínio no número de espécies, resultante da pressão que é a perda de habitat, até a extinção final, pode haver um intervalo de décadas, séculos ou até milênios. Uma espécie pode se tornar funcionalmente extinta muito antes de se tornar fisicamente extinta na natureza, com um grande impacto no seu ecossistema, nos processos e nos serviços ecossistêmicos.

A Lista Vermelha de Espécies Ameaçadas (Red List, em inglês) da IUCN utiliza critérios objetivos para avaliar o grau de ameaça sofrido por cada espécie. As ameaças são classificadas em sete categorias de risco: menos preocupante, quase ameaçado, vulnerável, em perigo, criticamente em perigo, extinto na natureza e extinto (IUCN, 2013). A IUCN publica regularmente a Lista Vermelha, e identifica a perda de habitat como a principal ameaça aos anfíbios, mamíferos e pássaros.

As listas de espécies ameaçadas têm sido elaboradas para pequenos grupos taxonômicos, uma vez que seria impossível analisar todos os grupos. Além disso, a proporção de espécies analisadas em cada grupo é muito diferente da representação da biodiversidade global. A precariedade do conhecimento sobre biodiversidade é também preocupante no que diz respeito às espécies ameaçadas.

O Índice da Lista Vermelha (Red List Index, em inglês) permite a análise de transição de espécies entre as diferentes categorias de ameaças ao longo do tempo. Um elemento chave no desenvolvimento do Índice é a identificação de espécies que mudaram de status, não porque mais informação tornou-se disponível, mas porque sua situação de conservação mudou. Os Índices da Lista Vermelha foram calculados para pássaros (para o período 1988-2008), mamíferos (1996-2008), anfíbios (1996-2008) e corais (1996-2008). Para todos esses, os Índices mostram um aumento no número de espécies ameaçadas, principalmente no que diz respeito aos corais.

Mudanças na taxa de extinção podem ser lentas e não necessariamente refletem importantes alterações no funcionamento do ecossistema, que pode ocorrer quando a abundância das espécies muda. Nos últimos anos vários indicadores foram desenvolvidos para auxiliar a análise da

abundância das populações. Na avaliação dos indicadores, muitos dados necessários vêm da observação extensiva de voluntários.

Mudanças climáticas e outros fatores de mudança de ecossistemas podem causar alterações na distribuição das espécies. Estima-se que as mudanças climáticas serão um dos mais importantes fatores indutores de impactos na biodiversidade, com risco potencial de resultar ou potencializar a extinção de espécies. Variações da distribuição de espécies são estimadas em função das mudanças na distribuição estatística e de alterações na dimensão da população. Estudos feitos na Europa (no Reino Unido, na Suíça e Suécia) indicam que pássaros, borboletas e ervas alpinas estão se deslocando mais para o norte, o que sugere que já existem efeitos das mudanças climáticas na distribuição das espécies.

Segundo Pereira *et al.* (2012), as principais razões para as mudanças da biodiversidade são: (i) as mudanças de habitat, (ii) a superexploração de espécies, (iii) a introdução de espécies invasoras, (iv) as mudanças climáticas e (v) a poluição. Na categoria mudança de habitat devem ser mencionados os impactos da mudança do uso da terra, também destacados por Sala *et al.* (2009), que têm importância maior do que os demais fatores que resultam alterações do habitat.

1.4.2 Mudança de habitat

Mudança e degradação de habitat são os principais fatores de mudança da biodiversidade global. Em sistemas terrestres, a dinâmica de uso da terra pode ser classificada nas categorias: (i) conversão de habitats naturais para habitats dominados por humanos; (ii) intensificação da atividade humana em habitats já dominados por humanos; e (iii) recuperação de vegetação natural e de florestas em áreas que foram previamente desmatadas. Dependendo da escala da conversão e das práticas adotadas, quando uma floresta é convertida à agricultura e pastagens algumas espécies podem aumentar em abundância e outras podem diminuir ou até tornarem-se localmente extintas.

Recentemente, a maioria das conversões de habitats naturais para habitats dominados pelo Homem tem ocorrido em florestas tropicais (tipicamente, nos países em desenvolvimento). Porém, a recuperação da vegetação natural e das florestas anteriormente convertidas à agricultura tem ocorrido em regiões temperadas (principalmente em alguns países desenvolvidos).

1.4.3 Superexploração

A superexploração está associada à pesca e à caça predatórias, e é o principal fator de perda de biodiversidade nos oceanos. O uso de embarcações modernas e o desenvolvimento de tecnologia permitiram a expansão da pesca em termos geográficos e o aumento da intensidade de captura. Já em sistemas terrestres, como as florestas tropicais e savanas, a caça é a principal preocupação.

Em alguns casos, a caça não visa a alimentação, mas a exploração de materiais, como é o caso da caça dos elefantes para a comercialização de marfim.

Por outro lado, a superexploração de recursos hídricos, em conjunto com a poluição, causa perturbação dos ecossistemas aquáticos nas áreas continentais. A superexploração dos recursos hídricos inclui (i) a captação de água para culturas agrícolas, (ii) redução de zonas úmidas devido à drenagem (por exemplo, de pântanos) (iii) e a captação excessiva de águas subterrâneas.

1.4.4 Poluição

Em ecossistemas costeiros e de águas interiores (lagos, por exemplo), a eutrofização e outras mudanças causadas pela poluição são os principais fatores de perda de biodiversidade. A eutrofização resulta do aumento da concentração de nutrientes (como nitrogênio e fósforo) em corpos d'água. Em geral, estes nutrientes advêm da aplicação de fertilizantes em culturas agrícolas, que são arrastados pelas águas pluviais. Os lagos são particularmente vulneráveis a mudanças causadas por eutrofização, que dificilmente podem ser revertidas. A eutrofização pode levar ao aumento de biomassa de fitoplâncton e da vegetação de algas verdes (macrófitas), e também pode facilitar o crescimento de bactérias tóxicas e outras algas. O efeito resultante é a morte de peixes, bem como a redução e a perda de recifes de corais.

A poluição de corpos d'água também pode estar associada à aplicação de agrotóxicos em culturas agrícolas, que podem ser arrastados para corpos d'água. Como será comentado mais à frente, esta é uma das preocupações com relação à produção em larga escala de biocombustíveis.

1.4.5 Espécies exóticas invasoras

Uma das razões de mudança da biodiversidade global é o aumento da homogeneização da diversidade animal e vegetal devido a mudanças bióticas. Tal aspecto é mencionado como “biotic exchange” por Sala *et al.* (2000).

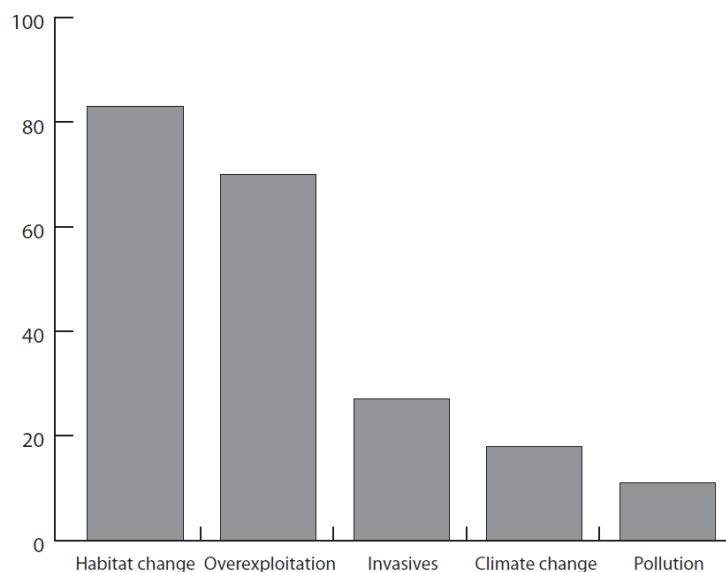
A CBD (CBDb) define espécie exótica como “uma espécie, subespécie ou grupo inferior, introduzido fora de sua distribuição natural, passada ou presente”. Já a IUCN afirma que “espécie alienígena que se estabelece em ecossistemas ou habitats naturais ou semi-naturais” é um agente de mudança, e ameaça a diversidade biológica nativa, a segurança alimentar, a saúde humana, o comércio, o transporte e/ou desenvolvimento econômico (IUCN, 2010).

Em alguns casos, espécies exóticas são capazes de se espalharem além dos lugares em que foram introduzidas. No passado, ilhas foram particularmente afetadas por espécies exóticas invasoras e as plantas invasoras podem causar o declínio de espécies nativas e se tornar dominantes. O desequilíbrio causado por espécies exóticas invasoras pode afetar a ciclagem de nutrientes, alterar a dinâmica de incêndios e impactar serviços ecossistêmicos, além de poder provocar doenças epidêmicas.

1.4.6 Mudanças climáticas

Segundo Pereira *et al.* (2012), os impactos das mudanças climáticas já estão contribuindo para o aumento do risco de extinção de espécies nas altas latitudes do Hemisfério Norte. Além disto, acredita-se que as mudanças climáticas também estão causando o aumento do nível do mar e ameaçando habitats costeiros. Ecossistemas marinhos também são afetados pela acidificação dos oceanos, que também é causada pelas mudanças climáticas.

A Figura 1.3 mostra a importância das principais ameaças atuais à biodiversidade. Para cada categoria foi estimada a proporção de espécies ameaçadas (entre mamíferos, pássaros e anfíbios), segundo a Lista Vermelha da IUCN (ameaçadas são as espécies classificadas nas categorias espécies criticamente em perigo, em perigo e vulneráveis (IUCN, 2013)), e a razão de estarem ameaçadas. Pouco mais de 80% das espécies ameaçadas têm na mudança de habitat a principal causa, enquanto poluição é a razão de aproximadamente 10% das espécies estarem em tal condição. Várias espécies estão sob risco por causa de mais de um fator e, por isso, a soma dos valores é maior que 100%.



Fonte: Pereira *et al.* (2012)

Figura 1.3: Principais ameaças à biodiversidade (na ordenada os valores são percentuais)

1.5 Percepção Pública

Nesta seção são apresentados os posicionamentos típicos de alguns dos principais “stakeholders” a respeito da relação que existe entre produção de biocombustíveis e biodiversidade: (1) a principal organização internacional no âmbito da biodiversidade, (2) ONGs e (3) cientistas. Estes

atores, por sua importância e/ou capacidade de manifestação, podem afetar a percepção pública quanto à sustentabilidade dos biocombustíveis e a seus impactos sobre a biodiversidade, principalmente na etapa de produção da biomassa. O resultado pode ser a indução de posições favoráveis ou contrárias, ou a simples disseminação de informações para que os diferentes públicos tomem suas próprias posições.

1.5.1 Organização internacional – CBD

A Convenção sobre a Diversidade Biológica (CBD) foi criada pela Organização das Nações Unidas (ONU) em decorrência da necessidade de debate internacional a respeito da conservação da diversidade biológica, do uso sustentável de seus componentes e da repartição equitativa de benefícios vindos do uso de recursos genéticos.

As discussões ao redor dos temas tornaram-se relevantes na década de 1970, mas foi em 1992, na Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento, também conhecida como Cúpula da Terra, ECO-92 ou ainda Rio-92, que a Convenção foi aberta para assinatura dos países, começando a funcionar no dia 29 de Dezembro de 1993.

Na Rio-92 foram aprovados cinco documentos com o objetivo de serem usados como instrumentos de referência para políticas, programas, projetos e medidas que governos, empresas e organizações da sociedade devem promover para cumprir o que determina a CBD (MMA):

- (i). Convenção sobre Diversidade Biológica;
- (ii). Convenção Quadro sobre Mudança de Clima;
- (iii). Declaração do Rio de Janeiro sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento;
- (iv). Declaração sobre Conservação e Uso Sustentável de todos os tipos de Florestas;
- (v). Agenda 21.

A Convenção sobre Diversidade Biológica e a Convenção Quadro sobre Mudança de Clima (UNFCCC) são, do ponto de vista jurídico, acordos de cumprimento obrigatório para os países que as ratificaram, ou seja, são “leis” internacionais que definem eventuais sanções ou penalidades no caso de descumprimento. Já as Declarações e a Agenda 21 são acordos protocolares que estabelecem políticas, cujo cumprimento depende do comprometimento contínuo do governo e da sociedade de cada país signatário, porém, sem vinculação jurídica (MMA; MMA, 2011).

A CBD criou, assim, obrigações para os países signatários, que passaram a ter que adotar e/ou adequar suas normas jurídicas nacionais para ficarem de acordo com as normas da Convenção. Mesmo assim, a CBD reconhece a soberania dos países sobre seus recursos naturais, o que engloba a biodiversidade.

Ao adotar o Plano Estratégico da CBD, os países signatários se comprometeram a alcançar, até 2010, uma redução significativa na taxa de perda de diversidade biológica nos níveis mundial, regional e nacional (MMA, 2011). Em 2010 foi publicado pela Secretaria Executiva da CBD o terceiro Panorama da Biodiversidade Global que mostrou que o objetivo de redução da taxa de perda de biodiversidade não foi atingido em nível global (MMA, 2011).

O Brasil assinou a CBD em 5 de junho de 1992 e tornou-se parte desta Convenção por meio do depósito do instrumento de ratificação em 28 de fevereiro de 1994, após sua aprovação interna pelo Decreto Legislativo nº 2 de 3 de fevereiro de 1994. A CBD foi promulgada no Brasil pelo Decreto 2.519, de 16/03/1998 (MMA, 2011).

A Convenção foi inspirada no cenário de crescimento do comprometimento mundial com o desenvolvimento sustentável e representa um grande passo em direção à conservação da diversidade biológica, o uso sustentável de seus componentes e o compartilhamento justo dos benefícios advindos do uso de recursos genéticos, sendo seus principais objetivos (MMA, 2011):

- (i). Conservação da diversidade biológica;
- (ii). Utilização sustentável dos seus componentes;
- (iii). Repartição justa e equitativa dos benefícios oriundos da utilização dos recursos genéticos entre os países fornecedores dos recursos genéticos existentes nos organismos e os países que os utilizarem.

Os especialistas dos grupos de trabalho da CBD têm a missão de preparar instrumento legal internacional para a conservação e uso sustentável da diversidade biológica, levando em consideração os objetivos listados acima e a necessidade de compartilhar custos e benefícios entre países desenvolvidos e em desenvolvimento, bem como caminhos e maneiras de apoiar populações locais.

As Partes se preparam para as “Convenções das Partes sobre Diversidade Biológica” - as COPs de biodiversidade -, fazendo estudos durante os dois anos entre uma COP e outra, escrevendo relatórios, disseminando conhecimento e, próximo à Conferência, as ONGs distribuem relatórios e *position papers* – que são artigos com o posicionamento das Organizações – com recomendações para a Secretaria Executiva da CBD. Durante a Conferência, as ONGs se posicionam expondo suas preocupações e dando subsídios para que os países signatários tenham embasamento para escrever as decisões e os decretos, e trabalhando com Governos e outros parceiros para produzir soluções inovadoras para a implementação e promoção das decisões da CBD.

A CBD vem enfatizando em suas Convenções a necessidade de adotar acordos políticos (*policy frameworks*) que assegurem que a produção de biocombustíveis é sustentável. Na décima-primeira Conferência das Partes (COP11), que aconteceu em Hyderabad, na Índia, em Outubro de 2012, a Decisão XI/27 adotada pela COP, que trata sobre “Biocombustíveis e Biodiversidade”, determinou algumas das seguintes resoluções (UNEP, 2012):

- (i). Recorda as decisões IX/2 de 2008 e X/37 de 2010, que decidem considerar formas e meios de promover impactos positivos e minimizar ou evitar os impactos negativos da produção e uso de biocombustíveis sobre a biodiversidade;
- (ii). Reconhece as preocupações relacionadas à implantação de tecnologias de biocombustíveis que podem resultar no aumento de demanda por biomassa e agravar fatores de perda de biodiversidade, como mudança de uso da terra, introdução de espécies exóticas invasoras, entre outros;
- (iii). Reconhece também o potencial das tecnologias para biocombustíveis em gerar contribuições positivas na mitigação de mudanças climáticas, que é outro fator principal da perda de biodiversidade, e geração adicional de renda, principalmente em áreas rurais;
- (iv). Considera o uso de várias ferramentas voluntárias relevantes para minimizar o impacto (na biodiversidade) da produção e uso de biocombustíveis, tais como análises ambientais e socioeconômicas e planejamento do uso da terra;
- (v). Reconhece também o rápido desenvolvimento de tecnologias relacionadas a biocombustíveis e pede às Partes, e outros Governos, para acompanhar esses desenvolvimentos, e relembra a decisão IX/2 que exige que os mesmos apliquem o Princípio da Precaução de acordo com o preâmbulo da CBD;
- (vi). Nota o progresso do trabalho da Secretaria Executiva e do seu Órgão Subsidiário de Assessoramento Científico, Técnico e Tecnológico (SBSTTA) e solicita à Secretaria Executiva a continuar a compilar informação, nomeadamente sobre as lacunas em normas e metodologias identificadas no trabalho;
- (vii). Também nota lacunas no conhecimento científico sobre biocombustíveis e em ferramentas e abordagens relevantes e, ainda, incertezas remanescentes, em particular na dificuldade inerente de medir e endereçar os impactos indiretos sobre a biodiversidade. Também, reconhece que vários assuntos técnicos e científicos são difíceis de analisar e que os mesmos são relevantes para os trabalhos da Convenção, em particular, para a abordagem dos ecossistemas e que eles devem ser abordados em um contexto mais amplo;
- (viii). Pede a Secretaria Executiva que, como parte do trabalho a ser continuado, em Colaboração com as Partes, Governos e Organizações relevantes, se compile informação para a definição de termos chave importantes na implementação de decisões da CBD e que os progressos sejam reportados na décima-segunda COP (em 2014).

1.5.2 ONGs

Um artigo de Pilgrim e Harvey (2010) analisa o posicionamento de cinco ONGs que atuam, sobretudo na Europa, no debate sobre os biocombustíveis. Os autores concluem que as ONGs

têm tido papel fundamental ao destacar os possíveis impactos negativos dos biocombustíveis e ao pressionar a Comissão Europeia e os governos dos Estados Membros para que minimizem – e até eliminem – o apoio aos biocombustíveis. Segundo os autores, a postura das ONGs passou a ser radicalizada quando da crise de preços de alimentos (em 2007 e 2008) e com a publicação dos artigos de Fargione *et al.* (2008) e Searchinger *et al.* (2008), que levantam a hipótese de que a maior produção de biocombustíveis pode causar desmatamento devido aos impactos indiretos da mudança do uso da terra (iLUC, da expressão em Inglês) e, conseqüentemente, fazer com que os benefícios da redução das emissões de gases de efeito estufa sejam mínimos ou mesmo não existam.

Segundo os autores, as ONGs reconhecem que os impactos da produção de alimentos são muito maiores que os impactos da produção de biocombustíveis, e identificam na crítica a estes uma oportunidade para os biocombustíveis.

A ação das ONGs é mais direcionada a pressionar os políticos, e muito pouco os produtores. Ainda segundo os autores, entre as ONGs analisadas as posições da WWF e do Greenpeace são mais brandas em relação às das outras três.

A seguir são apresentadas informações sobre o posicionamento de três ONGs (IUCN, WWF e Greenpeace) quanto aos biocombustíveis, em geral, e mais especificamente no que diz respeito aos seus impactos sobre a biodiversidade.

1.5.2.1 IUCN

A IUCN é a organização ambiental pioneira em âmbito global. Foi fundada em 1948 e sua sede é em Genebra, na Suíça. Segundo a própria IUCN, atua como um fórum neutro para governos, ONGs, cientistas, empresas e comunidades que buscam soluções para a conservação da natureza e para os desafios do desenvolvimento (IUCN).

A ONG reconhece a importância da bioenergia, mas ressalta os riscos que pode trazer ao meio ambiente (KEAM *et al.*, 2008). Quanto à produção de biocombustíveis de primeira geração (produzidos a partir de culturas utilizadas como alimentos ou ração), grande parte das preocupações está relacionada aos potenciais impactos sobre os ecossistemas e os recursos hídricos, sobretudo em nível local. Keam *et al.* (2008) afirmam que a IUCN é a organização que mais destaca a necessidade de avaliação dos impactos locais. Em um relatório que tem a chancela da IUCN, afirma-se que a produção de biocombustíveis, se não for devidamente planejada e gerenciada, pode trazer impactos negativos para a natureza e os seres vivos (ERNST& YOUNG, 2011).

A sustentabilidade da produção de biocombustíveis poderia ser melhorada se fossem adotadas várias práticas já conhecidas, tais como práticas para conservação do solo, dos recursos hídricos e se fosse minimizada a aplicação de químicos, reduzida a remoção da cobertura vegetal natural e

preservados os habitats de animais selvagens. Alguns dos procedimentos de mitigação recomendados no texto de Keam *et al.* (2008) são de autoria da própria IUCN.

No relatório é dado destaque ao Alto Valor de Conservação de Florestas, da sigla em inglês *High Conservation Value Forests* (HCVF). Esta abordagem foi desenvolvida pelo *Forest Stewardship Council* (FSC), em 1999, como parte do processo de certificação florestal para assegurar que áreas com alto valor ecológico, cultural, de paisagem e socioeconômico sejam mantidas; sua definição encontra-se a seguir (FSC):

Alto Valor de Conservação (HCV) é um valor biológico, ecológico, social ou cultural de significância excepcional ou importância crítica em escala nacional, regional ou global. Áreas de Alto Valor para Conservação (HCVA) são áreas críticas em uma determinada paisagem e que necessitam de manejo apropriado, a fim de manter ou aprimorar os HCVs. Existem seis tipos principais de áreas de HCV:

HCV1. Áreas contendo significativa concentração de valor relativo à biodiversidade em nível global, regional ou nacional (e.g. endemismo, espécies ameaçadas, refúgios de biodiversidade).

HCV2. Áreas extensas, em nível de paisagem, de significância global, regional ou nacional, onde populações viáveis da maioria, ou de todas as espécies naturais, ocorrem em padrões naturais de distribuição e abundância.

HCV3. Áreas que estão inseridas em, ou que contenham ecossistemas raros, ameaçados ou em perigo de extinção.

HCV4. Áreas que fornecem serviços ambientais básicos em situações críticas (e.g. proteção costeira, controle de erosão).

HCV5. Áreas essenciais para suprir as necessidades básicas de comunidades locais (e.g. subsistência, saúde).

HCV6. Áreas críticas para a identidade cultural tradicional de comunidades locais (áreas de importância cultural, ecológica, econômica ou religiosa, identificadas em conjunto com estas comunidades).

Esta abordagem é também referência em outros esquemas de certificação da sustentabilidade como, por exemplo, o RSB (*Roundtable on Sustainable Biomaterials*), o RSPO (*Roundtable on Sustainable Palm Oil*) e ISCC (*International Sustainability & Carbon Certification*), que serão tratados no Capítulo 4.

Em textos recentes a IUCN dá grande importância ao tema dos impactos indiretos da mudança do uso da terra devido à crescente produção de biocombustíveis. Um exemplo é o relatório “Biofuels and indirect land use change - The case for mitigation”. Os principais riscos seriam as emissões de gases de efeito estufa, sobre a segurança alimentar e sobre o meio ambiente. A IUCN defende o emprego de práticas que favorecem e reduzem de forma proativa esses riscos, de maneira que os produtores sejam penalizados se não tomarem providências (IUCN, 2011). Poderiam ser usados mecanismos de mercado, como um sistema de créditos de carbono para encorajar agricultores e produtores de biocombustíveis a realizar práticas que mitiguem o iLUC (ERNST & YOUNG, 2011).

A produção de biocombustíveis poderia ser incentivada e poderia também receber os créditos de iLUC se atividades que previnem ou minimizam o ‘displacement effect’ do uso de uma

commodity agrícola para biocombustíveis fossem aplicadas, como por exemplo, o uso de subprodutos dos biocombustíveis para substituir ração animal, produção de biocombustíveis em terras abandonadas ou degradadas, aumento da produtividade e do uso de resíduos como matéria prima para a produção de biocombustíveis. Atividades que reduzem os riscos de iLUC precisam ser incentivadas, ao invés de serem mandatórias (ERNST & YOUNG, 2011).

Quanto aos impactos dos biocombustíveis sobre ecossistemas sensíveis e de alta importância para a conservação, a IUCN considera que a definição das chamadas “no-go-areas” – áreas nas quais os insumos dos biocombustíveis não devem ser produzidos – é necessária, mas que há riscos de que essas sejam definidas de maneira simplista e que a implementação de esquemas de acreditação da sustentabilidade – que seriam utilizados para a verificação dos resultados efetivos – seja difícil e requeiram muitas informações específicas – como informações espaciais sobre o potencial da biodiversidade (IUCN, 2012a).

Quanto aos critérios de sustentabilidade para biocombustíveis dos vários esquemas de certificação, principalmente quanto à biodiversidade, estoques de carbono e outros serviços ecossistêmicos, a IUCN destaca que esses devem ser definidos de maneira transparente e com o envolvimento dos atores adequados. Aspecto importante, os critérios utilizados na avaliação dos biocombustíveis deveriam ser utilizados também para outras *commodities* para ajudar a reduzir impactos indiretos da mudança do uso da terra (IUCN, 2012a).

Especificamente a respeito da mitigação de impactos sobre a biodiversidade, no texto do Programa “Global Business and Biodiversity Programme” (BBP) a IUCN indica mudança de estratégia, buscando influenciar os principais atores através de colaboração, ao invés de confronto. O Programa BBP visa conservar e restaurar a biodiversidade, assegurando que os benefícios advindos serão igualmente compartilhados. Assim, considera importante que (IUCN, 2012b):

- (i). As empresas adotem políticas para gerenciar os riscos à biodiversidade, buscando oportunidades para sua conservação e benefícios para as pessoas que necessitam de recursos naturais;
- (ii). As cadeias de suprimento utilizem padrões de sustentabilidade que impactem positivamente a biodiversidade, e também comunidades locais;
- (iii). Políticas públicas e privadas promovam a integração da biodiversidade e meios de subsistência nas tomadas de decisão.

Nesse sentido, a estratégia da IUCN é engajar os setores que apresentem grandes riscos ou também oportunidades em suas cadeias de custódia⁵ em relação à biodiversidade e serviços ecossistêmicos, incluindo perda de habitat e superexploração de recursos naturais. Os setores mais importantes seriam aqueles com um grande *footprint* de biodiversidade, que tenham grande

⁵ Cadeia de Custódia (COC) é o caminho tomado pela matéria-prima colhida, através do processamento, fabricação, distribuição, até o produto final estar pronto para venda ao consumidor final.

impacto nos ecossistemas como, por exemplo, o setor de extração (mineração, óleo e gás), a agricultura, pesca comercial, florestal e bioenergia (IUCN, 2012b).

O papel do setor privado é complementar ao papel do governo e da sociedade civil na implementação de ações efetivas. Em se tratando da conservação, pode ser muito útil o conhecimento das empresas, a capacidade de realização de pesquisa avançada e de apresentar soluções, a experiência com manejo, entre outras experiências relevantes. Outro ponto importante é a coleta de dados feita por empresas sobre biodiversidade, que podem contribuir no seu monitoramento (IUCN, 2012b).

Os impactos sobre a biodiversidade representam riscos para o desempenho corporativo, que são de natureza distinta. São eles: (i) operacionais – por exemplo, pela escassez de matéria-prima; (ii) de mercado – pois consumidores podem preferir produtos certificados; (iii) regulatórios – em resposta a novas políticas governamentais; (iv) à reputação – devido aos danos à reputação da empresa; e (v) de acesso ao capital – pois a comunidade financeira tende a adotar políticas mais rigorosas de investimento e crédito (IUCN, 2012b).

De forma geral, e especificamente quanto à produção de biocombustíveis, as empresas deveriam:

- (i). Adotar políticas para gerenciar os riscos à biodiversidade, uma vez que a mitigação de impactos é ação chave. Atenção especial deve ser dada a habitats naturais críticos nos quais componentes vulneráveis e insubstituíveis de biodiversidade estão presentes;
- (ii). Aplicar padrões de sustentabilidade e salvaguardas para gerenciar os riscos nas cadeias de abastecimento ou cadeias de custódia, através da compra de produtos certificados ou adoção de esquemas próprios;
- (iii). Promover a integração da biodiversidade e dos valores de subsistência em seus processos decisórios, dentro de uma visão estratégica.

A IUCN tem contribuído para o desenvolvimento de padrões relacionados à biodiversidade e desenvolveu instrumentos de avaliação integrada, como o Guia da IUCN em biocombustíveis e espécies exóticas invasoras (2009), e o Guia para manejo de áreas preservadas (2008). O instrumento de avaliação integrada da biodiversidade, da IUCN, visa à proteção de diversos ecossistemas, minimizando a perda de estoques de carbono, apoiando o desenvolvimento rural e preservando a segurança alimentar. Os textos da IUCN dão destaque ao *Roundtable on Sustainable Biomaterials* (RSB), esquema que teve contribuição da organização. Segundo a ONG, as normas e os esquemas de certificação induzem ações direcionadas à sustentabilidade e podem ajudar a criar condições de mercado para um manejo e produção responsáveis.

1.5.2.2 WWF

Uma das principais ONGs ambientais é a WWF, que foi criada em 1961 e é a maior organização independente para a conservação. A WWF é também membro da IUCN.

Atualmente a Organização tem focado seus esforços em iniciativas globais de larga-escala, que tem o potencial de causar impactos positivos a um grande número de espécies prioritárias e ecorregiões. As iniciativas globais são as peças chave para a realização do plano estratégico de conservação da WWF; algumas de suas treze iniciativas são relativas à Amazônia, Ártico, Clima e Energia, Floresta e Clima.

A excessiva demanda por recursos e terras tem levado a conversão extensiva de ecossistemas naturais com perda global de serviços ecossistêmicos, biodiversidade e HCVs (WWF, 2012b; WWF). A ameaça à continuidade da provisão de serviços ecossistêmicos prejudica não somente a biodiversidade, como também o futuro da segurança, saúde e bem-estar da humanidade (WWF, 2012b). Um relatório recentemente publicado pela WWF (2012c) aponta que a bioenergia possivelmente provoca desmatamento, degradação de florestas e expansão do plantio de árvores de crescimento rápido (WWF, 2012a).

Entretanto, o reconhecimento de que os biocombustíveis terão um papel importante no mix energético vem crescendo e fatores que justificam o aumento da sua produção e consumo incluem a necessidade de reduzir emissões de Gases de Efeito Estufa (GEEs) e o aumento da segurança energética. Além disso, a falta de alternativas para substituir combustíveis líquidos também incentiva a produção de biocombustíveis (MITLACHER e KRALJEVIC, 2010).

Os biocombustíveis estão intimamente ligados a algumas das Iniciativas Globais da WWF (como, por exemplo, clima e energia e floresta e clima) e tem um papel importante na visão estratégica de suprimento com 100% de energia renovável. O desafio é assegurar que o aumento do cultivo de biomassa não ocorra em prejuízo da produção de alimentos ou substituindo terras essenciais para a vida das pessoas e para a natureza (WWF, 2012d). Assim, na descrição recente de sua política (WWF, 2012b), a WWF afirma que os assuntos complexos relacionados à produção de bioenergia precisam ser explorados e rigorosamente respondidos em todos os níveis da cadeia e que os benefícios ambientais, econômicos e sociais irão depender de como e onde a matéria prima para os biocombustíveis é produzida e utilizada (MITLACHER e KRALJEVIC, 2010).

A ONG acredita que a bioenergia possa ser produzida de maneira sustentável e que possa ter um papel importante em combater as mudanças climáticas. Afirma ainda que somente devem ser apoiadas bioenergias que viabilizem redução de GEE e eficiência energética, consideradas tanto emissões diretas quanto as emissões indiretas associadas à produção de matéria-prima para bioenergia.

A WWF reconhece que a produção de biocombustíveis promove boas oportunidades para países em desenvolvimento (WWF, 2012b; WWF), mas que sua produção não deve ser estabelecida através da conversão de ecossistemas ecologicamente importantes, principalmente aqueles

identificados como áreas de HCV ou HCVA, para que não se tenha consequências irreversíveis, como a perda de áreas críticas para conservação, aumento da fragmentação dos habitats, queda da resiliência, queda da diversidade das espécies, aumento de conflitos entre humanos e vida selvagem, mudanças na estrutura do solo e redução de sua fertilidade, e aumento das emissões de GEE (WWF, 2012b).

Assim, a gestão do uso da terra e do uso da água devem ser implementados para prevenir desenvolvimentos indevidos em HCVAs, ou no caso do Brasil, em áreas prioritárias e em locais onde a água é escassa. Apóia, também, o desenvolvimento de procedimentos práticos para a identificação de áreas “go” e “no-go” (WWF, 2012b).

Na preparação para a COP 11, de 2012, na Índia, a WWF declarou em seu *position paper* que (WWF, 2012a):

- (i). O Plano Estratégico para a Biodiversidade 2011-2020, definido na COP 10, é adequado, mas os resultados alcançados em dois anos foram muito modestos;
- (ii). Pede que as partes acelerem a implementação da CBD através de:
 - Determinação de metas nacionais e atualização de estratégias e planos de ação nacionais;
 - Ratificação do Protocolo de Nagoya⁶;
 - Identificação de necessidades financeiras para implementação;
 - Apoio à implementação em países em desenvolvimento;
 - Aprovação da promoção de mecanismos que suportem indicadores, parcerias regionais e capacitação de pessoas.

A WWF e o Banco Mundial têm um projeto conjunto para desenvolvimento de um “scorecard” que tem por objetivo indicar se um projeto de biocombustível terá impactos positivos ou negativos sobre o meio ambiente. Os principais aspectos de sustentabilidade ambiental avaliados no *scorecard* são biodiversidade e serviços ecossistêmicos. Além disto, determina-se que a produção de biocombustíveis não poderá prejudicar áreas protegidas, existentes ou planejadas, e nenhum habitat natural (ISMAIL, ROSSI, 2010).

A ONG também vem promovendo os princípios de sustentabilidade em países produtores e consumidores de bioenergia, como Brasil, Indonésia e Moçambique. A WWF elaborou estudos de caso para o uso de terras degradadas, aumento de produtividade em pequenas propriedades e integração da produção de bioenergia com outras atividades. (WWF, 2012b).

⁶ O Protocolo de Nagoya sobre acesso a recursos genéticos e repartição justa e equitativa dos benefícios resultantes de sua utilização para a Convenção sobre Diversidade Biológica é um acordo internacional que visa a partilha dos benefícios resultantes da utilização dos recursos genéticos de uma forma justa e equitativa, inclusive, o acesso adequado aos recursos genéticos e a transferência adequada de tecnologias pertinentes, levando em conta todos os direitos sobre esses recursos e tecnologias, e mediante financiamento adequado, contribuindo assim para a conservação da diversidade biológica e o uso sustentável de seus componentes. Ele foi adotado pela Conferência das Partes da Convenção sobre Diversidade Biológica em sua décima reunião em 29 de outubro de 2010, em Nagoya, Japão.

A WWF considera que a combinação de instrumentos legais e voluntários (esquemas de certificação) é necessária à maior sustentabilidade dos biocombustíveis. Acredita que a comunidade empresarial tem uma clara responsabilidade de assegurar que o desenvolvimento aconteça utilizando as melhores práticas de manejo tanto na seleção quanto na produção e uso de biocombustíveis. No entanto, os Governos também têm uma importância igualmente estratégica em assegurar que preocupações em relação à sustentabilidade sejam devidamente abordadas e reconheçam adequadamente o potencial da biodiversidade e seus impactos sociais (MITLACHER, KRALJEVIC, 2010; WWF, 2012b). Assim, atingir sustentabilidade necessitará de fortes medidas políticas e o envolvimento construtivo do setor privado (WWF, 2012a).

Na visão da WWF, uma abordagem que combine medidas regulatórias e normas, com o apoio técnico e financeiro de países chave, poderia assegurar que a maioria dos riscos fossem evitados. Especificamente quanto à biodiversidade, para que o desenvolvimento sustentável seja atingido, os Governos deveriam:

- (i). Assegurar planejamento e políticas de uso da terra;
- (ii). Incorporar considerações sobre biodiversidade na formulação das regras;
- (iii). Desenvolver definições sobre áreas “no-go” de acordo com a estrutura de HCVA.

Com relação à certificação, os princípios aplicáveis globalmente seriam: (i) participação expressiva e igualitária dos principais atores, (ii) consideração de indicadores adaptados a condições locais, (iii) decisões sobre certificação livres de conflitos de interesse, (iv) custo moderado, para que todas as partes possam participar (WWF). Assim como a IUCN, a WWF apoia a implementação de iniciativas como RSB e outras iniciativas relevantes, como Bonsucro, Forest Stewardship Council (FSC), Roundtable on Sustainable Palm Oil (RSPO), e o Roundtable on Responsible Soy (RTRS) no setor de bioenergia (WWF, 2012b). Porém, acredita que é necessário que os esquemas de certificação forneçam *guidelines*/orientações ou interpretação nacional de suas normas.

1.5.2.3 Greenpeace

Foi fundado em 1971 como uma organização que age em prol da mudança de atitudes e comportamentos para proteger e conservar o ambiente, tendo um posicionamento ativista. Algumas das suas principais campanhas visam:

- (i). Alterações radicais das matrizes energéticas, para mitigar as mudanças climáticas;
- (ii). Proteção das florestas;
- (iii). Agricultura sustentável.

A bioenergia é apresentada como uma alternativa para reduzir as emissões de GEE (GREENPEACE, 2008a), mas para o Greenpeace a produção de biocombustíveis coloca pressão

em terras agrícolas, levando à destruição direta ou indireta de ecossistemas naturais, como as florestas tropicais, e podendo resultar em práticas não sustentáveis (RICHERT, 2008). Seu consumo ameaça não somente a disponibilidade de culturas para alimentação humana e animal, como também a integridade da biodiversidade remanescente no mundo (GREENPEACE, 2008a), podendo causar emissão, ao invés de redução de GEEs, e violação dos direitos humanos (SUOMELA, 2010).

O Greenpeace apoia o desenvolvimento de energias alternativas que reduzam emissões de GEEs, mas insiste que estas alternativas precisam ser ecologicamente sustentáveis e que não podem prejudicar ou ameaçar outras prioridades centrais, como a biodiversidade, os ecossistemas e a oferta de alimentos. No entanto, a agricultura para biocombustíveis pode resultar em práticas não sustentáveis o que inclui ameaça a ecossistemas naturais e segurança alimentar local. Em alguns casos pode até ter balanço de GEE desfavorável (GREENPEACE, 2008a) e levar ao cultivo de sementes geneticamente modificadas (RICHERT, 2008).

Para se atingir a meta de consumo de biocombustíveis na União Europeia, é possível que a produção aconteça com a expansão da plantação de palma em países como a Indonésia. O aumento da demanda por biodiesel poderá causar a destruição de florestas intactas, o que agravará ainda mais as mudanças climáticas, segundo texto do Greenpeace de 2008 (GREENPEACE, 2008a).

Os biocombustíveis em transportes serão apenas parte da solução do problema das mudanças climáticas (COTTER *et al.*), contribuindo pouco na redução de GEEs (RICHERT, 2008). Para o Greenpeace, o foco deveria ser a melhora da eficiência energética (RICHERT, 2008; COTTER *et al.*; KAMPMAN, 2012) como uma das soluções para o problema das emissões advindas do setor de transportes.

O Greenpeace se opõe aos biocombustíveis atuais, uma vez que no caso do milho, canola e soja, a redução de GEE não é considerável e, geralmente, os insumos são produzidos a partir de práticas não sustentáveis. No caso específico da palma, é preciso ter certeza de que não contribua para a destruição direta ou indireta de florestas (RICHERT, 2008).

Do ponto de vista do Greenpeace, atualmente, a cana de açúcar é o único biocombustível que pode levar a uma redução de mais de 60% das emissões de GEE, mas pode provocar a mudança direta ou indireta de uso da terra (e.g. desmatamento). A cana de açúcar também pode ser produzida de maneira não sustentável, com consideráveis impactos sociais e ambientais. Sua expansão também pode levar, direta ou indiretamente, à conversão de habitats naturais, pois empurra a fronteira agrícola em direção ao Cerrado, Amazônia e Mata Atlântica, segundo o Greenpeace. A ONG reconhece o potencial da cana, mas também considera questionamentos sobre a redução de emissões de GEE, afirmando que a redução depende das circunstâncias em que é produzida (RICHERT, 2008; COTTER *et al.*). Portanto, para a Organização é necessário que se distinga bioenergia sustentável daquela que não é sustentável (RICHERT, 2008).

O Greenpeace defende a utilização do princípio da precaução e prega que, quando não conhecidos os impactos reais, o apoio aos biocombustíveis deveria ser suspenso. Assim, a ONG sugere que se suspenda o apoio aos biocombustíveis até que algumas medidas sejam implementadas. Algumas das medidas que podem ser globalmente aplicáveis são (GREENPEACE, 2008a):

- (i). Suspender medidas governamentais de apoio, como subsídios e redução de impostos, para qualquer bioenergia que não tenha garantias estritas de sustentabilidade (GREENPEACE, 2008a; RICHERT, 2008; GREENPEACE, 2008b);
- (ii). Adotar critérios de sustentabilidade para produção de bioenergia, que demandem (a) redução de no mínimo 60% nas emissões de GEE, (b) não causem degradação direta ou indireta de florestas e outros ecossistemas naturais e (c) nem ameça à segurança alimentar, etc.(GREENPEACE, 2008a; RICHERT, 2008);
- (iii). Que se adotem políticas que assegurem que todas as fontes de bioenergia atinjam estritos critérios de sustentabilidade;
- (iv). Que sejam considerados os impactos negativos diretos e indiretos da produção e do consumo de bioenergia em ecossistemas, principalmente florestais;
- (v). Que evitem efeitos de deslocamento (do Inglês *leakage*, ou *displacement effect*).

Outros aspectos importantes destacados pela ONG incluem questões sociais, como direitos de uso da terra e melhoria da qualidade de vida, e aspectos ambientais como conservação da água e fertilidade do solo. O Greenpeace também deixa claro que é contra o uso de organismos geneticamente modificados (OGM), a introdução de espécies exóticas - que também podem ser chamadas de espécies exóticas invasoras - e a degradação de florestas de alto valor de conservação (HCVF) ou de qualquer ecossistema natural, reafirmando a necessidade da utilização do princípio da precaução (RICHERT, 2008; COTTER *et al.*). Além disso, considera a definição de áreas de HCV, onde todas as atividades extrativas e destrutivas são excluídas, como ação chave para a proteção da biodiversidade e a redução de emissões originadas de desmatamentos (GREENPEACE, 2008b).

Um estudo comissionado pelo Greenpeace (KAMPMAN *et al.*, 2012) indica que os esquemas de sustentabilidade utilizam critérios para biocombustíveis que são insuficientes para efetivamente prevenir impactos indesejados; a principal omissão de tais esquemas é a exclusão dos impactos da mudança indireta de uso da terra (iLUC). O estudo mostra que alternativas sustentáveis incluem veículos elétricos, veículos a hidrogênio, combustíveis de segunda geração e aumento da eficiência energética no setor do transporte (COTTER *et al.*; KAMPMAN *et al.*, 2012). Para os autores, o primeiro passo é acabar com apoio direto e indireto aos biocombustíveis, adotando uma trajetória rumo ao uso quase nulo (KAMPMAN *et al.*, 2012).

O Greenpeace acredita que o RSPO não possa ser utilizado para avaliar as emissões de GEE dos biocombustíveis de palma (SUOMELA, 2010) e que este esquema de certificação não é capaz de

impedir o desmatamento e a produção em pântanos. Para a ONG, o RSPO não previne o desmatamento.

O Greenpeace, em parceria com outras organizações, desenvolveu uma metodologia que define e identifica áreas de alto estoque de carbono em florestas; no relatório publicado em 2012 concluiu-se que apenas um produtor de óleo de palma no mundo consegue cumprir os requisitos de produção sustentável (GREENPEACE, 2012).

O Greenpeace encoraja o desenvolvimento de tecnologia para biocombustíveis de segunda geração provenientes de agricultura sustentável e resíduos florestais (COTTER *et al.*). A agricultura sustentável minimiza o uso de agroquímicos.

1.5.3 Cientistas

Um comentário de certa forma recorrente entre aqueles que estudam a produção de etanol de cana de açúcar é “os biocombustíveis não são iguais”. O comentário é a reação comum a algumas críticas generalizadas que são feitas à produção de biocombustíveis. Com efeito, em uma avaliação dos potenciais impactos dos biocombustíveis sobre a biodiversidade, Campbell e Doswald (2009) começam a seção específica com a afirmação “os impactos dos biocombustíveis sobre a biodiversidade dependerão muito da cultura agrícola, utilizada como matéria prima, e do uso prévio da terra”.

O conhecimento científico sobre biodiversidade converge para a conclusão de que as maiores ameaças derivam da perda e da degradação do habitat. A mudança do uso da terra é o principal fator de perda de habitat, e a inadequação das práticas agrícolas um importante vetor da degradação. Os impactos associados à atividade agrícola são conhecidos como “off-farm” mas, em geral, ocorrem dentro e fora da área de produção (por exemplo, impactos sobre os recursos hídricos, erosão do solo, disseminação de espécies invasoras, etc.). Cabe notar que, a menos da introdução de certas espécies invasoras, os impactos “off-farm” da produção de biocombustíveis são similares aos de qualquer outra atividade agrícola com uso de práticas inadequadas (CAMPBELL e DOSWALD, 2009)

Quando começaram as críticas mais recorrentes aos biocombustíveis, do ponto de vista da sustentabilidade, alguns relatórios que alertaram para os riscos sobre a biodiversidade, entre outros riscos, tiveram grande repercussão (GBEP, 2008; GALLAGHER, 2008; ROYAL SOCIETY, 2008). Um posicionamento muito frequente àquela época, e ainda hoje, é a defesa de que produção da matéria prima deveria ocorrer preferencialmente em terras degradadas, que não

estariam aptas para a produção de alimentos, e nas quais a retirada da vegetação nativa já teria ocorrido⁷.

A restrição de disponibilidade de terras para a produção de alimentos e biocombustíveis não é exatamente a questão central das preocupações, embora no auge da crise de preços de alimentos o posicionamento da FAO (2008) tenha sido contrário à continuidade da produção de etanol e biodiesel convencionais (primeira geração). Sobre a demanda de terra, há várias estimativas que variam em função dos cenários, que dependem das considerações sobre o tamanho da população, as produtividades, as dietas, as metas de produção de biocombustíveis, dos outros usos energéticos da biomassa, etc. Recente relatório feito para o IPCC (CHUM *et al.*, 2011) concluiu que o suprimento de biomassa energética em 2050 poderia chegar a ser até 10 vezes maior do que no presente (500 EJ/ano, contra 50 EJ/ano). Evidentemente que há muitas condições para que esse ambicioso cenário possa ser viabilizado.

Por outro lado, e nem tanto por indisponibilidade de terras, mas principalmente por ter-se como princípio que as alternativas que demandam mais terra, por unidade de energia, não serão viáveis no futuro, a Agência Internacional de Energia (IEA), em seus “road-maps” para biocombustíveis (IEA, 2011), concluiu que a produção de biocombustíveis pode chegar a 32 EJ em 2050, mas a contribuição dos biocombustíveis de primeira geração seria sensivelmente reduzida a partir de 2035. Aliás, no estudo da IEA (2011) o único biocombustível que hoje é produzido em larga escala, e que continuaria a ter mercado em 2050, é o etanol de cana de açúcar, desde que produzido em condições similares às de hoje, no Brasil.

Publicações como as de Sala *et al.* (2009) citam que os impactos sobre a biodiversidade não serão proporcionais à área convertida para a produção de biomassa, pois os biomas têm riquezas distintas. A respeito dos potenciais impactos, muitas vezes os exemplos da produção de óleo de palma⁸, na Indonésia e na Malásia (KOH e WILCOVE, 2009), são mencionados e generalizados. Aumenta a preocupação o fato de que áreas com grande potencial, e nas quais a produção já vem ocorrendo, como na Indonésia e no Cerrado, no Brasil, serem “hotspots” da biodiversidade (ver seção 3.1). Ainda com relação à Indonésia, há considerável literatura sobre espécies de mamíferos ameaçadas (VENTER *et al.* 2009), e o risco que correm os orangotangos é o exemplo mais frequente. E mais, Doornbosch e Steenblik (2007) mencionam que haverá pressão para a produção de biocombustíveis nos trópicos, por causa das condições climáticas adequadas e por causa da falta de incentivos econômicos para a preservação dos ecossistemas.

Riscos potenciais à biodiversidade no Brasil também são mencionados, principalmente por causa da recente expansão do cultivo da cana no Cerrado. Sawyer (2008) menciona que a cana tem sido

⁷ No texto de Campbell e Doswald (2009) chama a atenção o fato de que o exemplo de possível cultivo em áreas degradadas é o de pinhão-manso (jatrofa), por ser uma cultura rústica. Até o presente, não há uma única experiência bem sucedida de produção de biodiesel a partir de pinhão-manso.

⁸ Que em grande parte não se destina à produção de biocombustíveis, mas sim para atender as demandas das indústrias de alimentos e de cosméticos. No Sudeste Asiático, parte significativa da expansão das áreas com plantio de palma ocorreu com perda de florestas tropicais (KOH e WILCOVE, 2007) e até com drenagem de pântanos e turfeiras (HOOJIER *et al.*, 2006).

plantada também próxima ao Pantanal, aumentando ainda mais os riscos. Bustamente *et al.* (2009) mencionam que aproximadamente 15% das áreas declaradas pelo MMA como de alta importância biológica no Cerrado coincidem com áreas adequadas ao plantio de cana; a respeito, ver seção 3.4

Não só a produção de biocombustíveis tem sido criticada do ponto de vista da sustentabilidade. Campbell e Doswald (2009) comentam sobre estudos nos quais é manifestada a preocupação de redução da biodiversidade em terras previamente definidas como “set-aside”, ou seja, desnecessárias para uso imediato para a produção agrícola. Preocupações nos EUA e na Europa são relatadas pelos autores, e um caso destacado é que a população de pássaros nessas terras seria reduzida caso utilizadas para a produção em larga escala de trigo e/ou colza.

Um aspecto que deve ser destacado é que as preocupações são de que haja perda de biodiversidade com a produção de biocombustíveis, mas tal hipótese só pode ser confirmada com a análise comparativa dos estados de conservação antes e após a conversão. Campbell e Doswald (2009) comentam que há poucos estudos na literatura nos quais tais estudos são relatados, e quase todos reportam a conversão de floresta tropical para o plantio de palma em regime de monocultura (KOH e WILCOVE, 2007). Esta talvez seja uma situação atípica, e de certa forma com resultados evidentes. Os autores da revisão mencionam um artigo de Fitzherbert *et al.* (2008), com a síntese de 13 estudos nos quais o foco é o impacto decorrente do plantio de palma na fauna, enquanto nada foi identificado sobre impactos na flora.

Em dois artigos publicados em 2008 na Science (FARGIONE *et al.*, 2008; SEARCHINGER *et al.*, 2008), a questão dos impactos indiretos da mudança do uso da terra foi levantada. O foco de ambos estava nos potenciais efeitos adversos do ponto de vista das emissões de GEE, caso a expansão de qualquer cultura para a produção de biocombustíveis possa causar, indiretamente, mudança do uso da terra em áreas com alto estoque de carbono. O mesmo raciocínio pode ser feito com relação aos impactos indiretos sobre a biodiversidade. No relatório de Campbell e Doswald (2009), há uma seção sobre o tema, na qual são mencionados os mesmos impactos diretos decorrentes da mudança de uso da terra em áreas de alto valor de biodiversidade.

Embora os textos estejam associados principalmente associados aos impactos negativos da produção de biocombustíveis, eventualmente os impactos podem ser positivos, como relatam Immerzeel *et al.* (2013). O argumento dos autores é que a produção de biocombustíveis, com o uso de boas práticas agrícolas e conservacionistas, pode resultar em impactos positivos em habitats degradados ou onde a agricultura ocorre com práticas inadequadas.

Capítulo 2 – Monitoramento e Indicadores de Biodiversidade

2.1 Introdução

Como visto nas seções 1.3 e 1.4 desta dissertação, os principais fatores - descritos na literatura - que causam perda de biodiversidade são: (i) extinção de espécies, (ii) mudança de habitat (por exemplo, com desmatamento, em geral para a introdução de plantações agrícolas e pecuária), (iii) superexploração (com caça e a pesca predatórias), (iv) poluição, (v) introdução de espécies exóticas invasoras, (vi) mudanças climáticas e as interações entre eles.

No caso das atividades agrícolas, de uma forma geral, a perda da biodiversidade ocorre quando áreas de alta biodiversidade são convertidas em plantações que contêm níveis baixos de biodiversidade. Os impactos dependem, em sua maioria, do tipo de cultivo agrícola e do uso da terra anterior ao plantio. Os impactos na biodiversidade dependem, portanto, (i) da biodiversidade presente antes da conversão da terra, (ii) da biodiversidade presente depois da conversão da terra e (iii) dos impactos nos arredores das plantações de biocombustíveis.

Como a perda e degradação de habitats são as principais ameaças à biodiversidade (UNEP-WCMC, 2009), a conversão direta de ecossistemas naturais e as mudanças indiretas no uso da terra devido à produção de biocombustíveis, provavelmente, serão prejudiciais para a biodiversidade (GBEP, 2008).

Nesse sentido, grupos ambientais de todo o mundo têm se esforçado para a definição de políticas que possam atenuar, entre outros aspectos, o dano ambiental causado pela produção de monoculturas, que têm níveis inferiores de biodiversidade do que ecossistemas naturais (UNEP-WCMC, 2009; UNU-IAS, 2010).

A maneira pela qual a plantação é manejada influencia a magnitude dos impactos na biodiversidade, mas também pode causar impactos positivos quando cultivos apropriados são plantados em áreas adequadas.

O conhecimento a respeito da biodiversidade é ainda limitado, como foi apresentado no Capítulo 1. Muitas espécies não são ainda conhecidas e o conhecimento que existe sobre a biodiversidade em regiões tropicais é proporcionalmente ainda menor, dada a maior riqueza (da biodiversidade) e a história mais recente das pesquisas nessas regiões.

Da mesma forma que pouco se sabe sobre a biodiversidade original em várias regiões do planeta, pouco também é conhecido sobre como tem sido sua evolução em função da ação antropogênica. Além do conhecimento precário, como já comentado, há de se considerar que os impactos sobre a biodiversidade podem ocorrer em momentos distintos no tempo (ou seja, alguns impactos só são perceptíveis em médio e longo prazo) e até mesmo em locais diferentes em relação onde ocorrem as causas do dano ambiental (DENNISON, 2011).

O conhecimento da biodiversidade, e particularmente de sua evolução, requer a adoção de programas de monitoramento. Por sua vez, para que o estado da biodiversidade em um dado momento, e em dado local, possa ser claramente expresso, é preciso ter-se indicadores adequados. Só assim é possível a comparação entre duas situações, no tempo e no espaço. E, finalmente, para que os indicadores possam ser estimados, é preciso haver uma base de dados adequada.

Neste capítulo são apresentadas informações sobre (1) programas de monitoramento da biodiversidade (conceitos, objetivos, como devem ser planejados, experiências, especificidades, etc.), (2) sobre indicadores e (3) sobre os dados necessários. Nos casos do monitoramento e dos indicadores, o texto foi organizado para que primeiro fossem tratados os aspectos mais gerais e, depois foram tratadas as situações particulares, que correspondem ao monitoramento e aos indicadores que fazem sentido em atividades agrícolas. O objetivo específico neste capítulo é identificar os indicadores mais importantes para o conhecimento da biodiversidade e o monitoramento dos impactos de atividades agrícolas (inclusive a conversão de florestas para a agricultura, por exemplo). Esses indicadores serão analisados no Capítulo 4, em contraposição aos indicadores empregados nos esquemas de certificação.

2.2 Monitoramento e Metodologias

2.2.1 Monitoramento: conceitos e contexto

Gaines *et al.* (1999) definem monitoramento da biodiversidade como sendo a estimativa da diversidade em um mesmo local, em mais do que em um momento no tempo, para que seja possível ter inferência sobre as alterações. A definição apresentada por Yoccoz *et al.* (2001) é similar: monitoramento é o processo de se obter informações de parâmetros característicos do estado de um sistema, ao longo do tempo, para que possam ser feitas inferências sobre a evolução desse estado. Para que se monitore a biodiversidade, os sistemas de interesse são os ecossistemas ou seus componentes, como as populações. Os parâmetros característicos de estado são, por exemplo, a riqueza de espécies, a diversidade de espécies, e o tamanho das populações.

Para a gestão de ecossistemas, o monitoramento é essencial. As pesquisas sobre biodiversidade começam com uma estimativa da diversidade em um local e em um momento de referência (GAINES *et al.*, 1999). A etapa seguinte é o monitoramento, que requer a continuidade do trabalho de estimar a biodiversidade, mas agora fazendo isso com regularidade e manutenção de métodos.

O monitoramento é feito com objetivos científicos ou no âmbito de programas de gestão e conservação da biodiversidade. Claro que esses programas precisam ser definidos e executados a partir de conhecimento científico – por exemplo, o conhecimento de princípios e teorias ecológicas, o que leva à conclusão de que o monitoramento deve ser concebido ao menos com o apoio de pesquisadores (Yoccoz *et al.*, 2001).

2.2.2 Aspectos importantes de um programa de monitoramento

As avaliações de biodiversidade dos recursos biológicos, em geral, são avaliações específicas no tempo e em uma região, identificando as ameaças para a conservação e o que precisa ser feito para que essas ameaças sejam minimizadas. Segundo Dennison (2011), as dificuldades começam na definição do que precisa ser avaliado. Em princípio, para que a abordagem do ecossistema seja respeitada (“ecosystem approach”, em Inglês), todos os componentes da biodiversidade precisam ser identificados/avaliados (ou seja, genes, espécies, habitats e ecossistemas). Como o conhecimento existente da biodiversidade não foi até agora construído de forma muito coerente, embora a quantidade de informações seja grande, é preciso que os objetivos e os procedimentos de monitoramento sejam definidos de outra forma.

Gaines *et al.* (1999) sugerem que os programas de monitoramento da biodiversidade tenham três fases, sendo a primeira a identificação das perguntas essenciais, a segunda a identificação dos métodos de monitoramento, e a terceira a análise e a interpretação das informações, para que as estratégias dos programas de gestão possam ser integradas. A fase de identificação das perguntas permite a determinação dos dados necessários. Os métodos de monitoramento dependem dos objetivos dos programas de gestão e incluem, por exemplo, o uso de sensoriamento remoto, estimativas de populações, ou a estimativa de índices. Finalmente, a análise regular dos dados permite o conhecimento da evolução, e eventuais ajustes nos programas de gestão.

Na opinião de Yoccoz *et al.* (2001), o insucesso de vários programas de monitoramento pode ser explicado pela definição equivocada dos objetivos e dos procedimentos, que devem ser feitos a partir da resposta de três questões básicas. Primeiro, é preciso ter clareza sobre as razões do monitoramento que, em geral, são científicas ou associadas à programas de gestão, como acima mencionado. No caso do tema desta dissertação, o objetivo seria a avaliação de programas de gestão, o que requer o monitoramento dos parâmetros de estado. Por sua vez, a definição do espaço a ser monitorado depende das métricas de diversidade biológica: por exemplo, a avaliação da abundância de várias espécies requer maior esforço do que a avaliação da riqueza de espécies. Finalmente, para saber o que monitorar devem ser reconhecidos os erros típicos, que estão associados à desigualdade da distribuição espacial de espécies e à “detectibilidade”. Detectibilidade é definida por Yoccoz *et al.* (2001) como a probabilidade de que um membro da população de interesse seja detectado durante os procedimentos em campo. É importante chamar a atenção de que as técnicas de detecção são relativamente imprecisas, e podem estar associadas à observação visual, à identificação de sons, à visualização de pegadas ou à captura (somente para registro) de indivíduos. Além da imprecisão da detecção, estimar a população a partir de registros isolados é também uma fonte de erro.

A teoria da hierarquia da biodiversidade (GAINES *et al.*, 1999) permite supor que o que ocorre em níveis organizacionais mais elevados (na região, ou paisagem – “landscape”, em Inglês –, e no ecossistema), irá influenciar o que ocorre nos níveis mais baixos (espécies e genes). Assim, o monitoramento em níveis mais elevados da hierarquia também pode ser adequado para deduções

a respeito dos níveis mais baixos. Segundo os autores, as questões importantes para o monitoramento nos quatro níveis hierárquicos são:

- Paisagem (ou região): aspectos importantes são tendências na diversidade, tendências na disponibilidade e na distribuição dos habitats, e distúrbios e ações de mitigação (por exemplo, a fragmentação de habitats e a conectividade). Mapeamento da vegetação e o uso de informações georreferenciadas são típicos nesse nível de monitoramento.
- Ecossistemas: aspectos importantes são a diversidade de espécies, o papel de cada espécie na comunidade, e o nível de proteção de áreas com alta biodiversidade. Ações típicas de monitoramento são estimativas do número e da abundância relativa de espécies.
- Espécies: aspectos relevantes são tendências de populações, resultados de ações de gestão, impactos de distúrbios naturais, e probabilidade de persistência de espécies. Uma questão dita como polêmica pelos autores (GAINES *et al.*, 1999) é saber quais populações devem ser monitoradas, uma vez que com o monitoramento de algumas espécies é possível obter conclusões sobre outras, dadas características comuns, dependência, etc.
- Genes: a diversidade genética dentro das espécies e entre as populações é um pré-requisito para mudanças adaptativas e evolução. Em função da limitação imposta pelos custos, as espécies objeto de monitoramento devem ser escolhidas considerando aspectos como ameaças, densidade populacional, representatividade, etc.

2.2.3 Experiências de monitoramento

Nesta sub seção são apresentados informações de uma experiência de monitoramento. O objetivo é ilustrar procedimentos e limitações associadas.

Billeter *et al.* (2008) descrevem uma experiência de monitoramento da biodiversidade em sete países europeus, em 25 regiões (“landscapes”) distintos. Os objetivos do trabalho eram (i) identificar se algumas espécies taxonômicas poderiam ser utilizadas como indicadores da riqueza de outras espécies e (ii) os impactos de práticas agrícolas. Foram estimadas a riqueza de espécies de plantas vasculares (pteridófitas, gimnospermas e angiospermas), de pássaros e grupos de artrópodes, em áreas de 16 km².

Sobre o primeiro objetivo, os autores afirmam que é conhecido que, em geral, há correlação positiva entre as populações dos diferentes grupos de espécies, mas que essas correlações são fracas e que os estudos são majoritariamente feitos para regiões pequenas. Portanto, um dos objetivos do estudo era saber se a mesma tendência de correlação pode ser observada em áreas maiores. As principais conclusões são de que a riqueza das espécies varia muito de região para região e que nenhuma espécie, isoladamente, pode ser considerada um bom indicador de todas as outras espécies. Concluem que em grandes áreas, vários fatores afetam a biodiversidade e um padrão geral não pode ser determinado. Por outro lado, há forte correlação entre espécies específicas; por exemplo, a riqueza das populações de abelhas é fortemente correlacionada com a de pássaros e aranhas, e a de pássaros com a riqueza das plantas.

A respeito das práticas agrícolas, os autores destacam que os aspectos mais importantes são a fragmentação e a conectividade das áreas semi naturais. Os resultados indicam que a riqueza de plantas, pássaros e artrópodes é diretamente correlacionada com a extensão de áreas preservadas. Por outro lado, os procedimentos de conectividade variam muito com as espécies, e o conhecimento das ações necessárias requer estudos em áreas de pequenas dimensões, com foco em grupos específicos.

Como era de se esperar, segundo os autores, conclui-se sobre o impacto negativo da aplicação de fertilizantes e pesticidas, além de ter sido constatada a importância do histórico das práticas de manejo em cada local. A riqueza das plantas, por exemplo, e mesmo em áreas preservadas próximas ao plantio, é negativamente correlacionada com a aplicação de fertilizantes em terras agricultáveis. Ainda a respeito das atividades agrícolas, outra conclusão é que quanto menor a diversidade de culturas, menor a riqueza de espécies na região. As conclusões do estudo de Billeter *et al.* (2008) são importantes no contexto desta dissertação, uma vez que o plantio da cana, sem a adequada manutenção da vegetação nativa necessária, com excessiva aplicação de fertilizantes e pesticidas, e em grandes áreas de monocultura, deve ser igualmente danoso à biodiversidade. A respeito das práticas de manejo, é de se imaginar mudanças significativas na biodiversidade em função da tendência de disposição de palha no canavial.

2.2.4 Dificuldades de monitoramento

Programas de monitoramento são essenciais para o conhecimento da biodiversidade e para o acompanhamento da evolução ao longo do tempo. Assim, obtêm-se as informações necessárias sobre os fatores de impacto, resultados de políticas e de ações de gerenciamento e de mitigação, etc. Gaines *et al.* (1999) comentam que o monitoramento da biodiversidade requer um grande esforço, e que quase sempre os recursos disponíveis são menores do que o que seria necessário. Portanto, recomendam que sejam definidas prioridades e que poucos elementos da biodiversidade sejam estudados em detalhes.

Em função dos custos, as áreas monitoradas precisam ser reduzidas. Entretanto, como concluem Billeter *et al.* (2008), os resultados são específicos do local estudado, e não podem ser generalizados para regiões maiores, com climas distintos, diferentes práticas de gerenciamento e históricos não comparáveis. O que se recomenda é que os locais de monitoramento e as espécies monitoradas sejam cuidadosamente escolhidos. Também se recomenda cautela na extrapolação das conclusões de estudos com foco muito restrito.

Dennison (2011) comenta que os custos de monitoramento dependem do tempo necessário à concepção do programa, do tempo de monitoramento, do número de espécies, e das dificuldades de acesso e permanência no local (considerando distância, terreno, clima, etc.). Como ilustração, o autor comenta que uma avaliação rápida da biodiversidade em montanhas do leste europeu tardaria não menos do que quatro meses, teria que ser feita por uma equipe de 20 especialistas, e

não custaria menos do que 150 a 200 mil US\$. Avaliações contínuas requerem maior tempo de planejamento e de execução, e são mais custosas.

Em função da dificuldade e da limitação dos resultados obtidos, Yoccoz *et al.* (2001) comentam que muitos cientistas consideram o monitoramento uma atividade pouco recompensadora, e de certa forma não atraente do ponto de vista científico. Como muitos programas de monitoramento foram definidos com objetivos vagos, e não foram bem planejados (YOCCOZ *et al.*, 2001), o conhecimento obtido é pouco relevante em alguns casos e muito específico em outros (DENNISON, 2011). Entretanto, é claro do que foi apresentado nesta seção que o monitoramento é essencial para o conhecimento da biodiversidade e o acompanhamento de impactos e de ações de mitigação dos impactos.

2.3 Indicadores de Biodiversidade

2.3.1 Aspectos gerais sobre indicadores de biodiversidade

De uma forma geral, indicadores são usados para expressar informações de problemas complexos e permitir o gerenciamento desses problemas de maneira mais simples e clara. Os indicadores podem ser usados na análise de resultados, bem como na comunicação de resultados. Indicadores de biodiversidade podem e devem ser usados no âmbito de programas de monitoramento, permitindo a comparação de resultados em diferentes locais e a análise da evolução de certos aspectos ao longo do tempo. Indicadores de biodiversidade devem também ser suficientemente sensíveis para que haja a compreensão de riscos antes que danos irremediáveis ocorram. Embora muitos sejam os indicadores ambientais, poucos são os indicadores adequados para o monitoramento e a avaliação da biodiversidade (EBI).

De acordo com Mace e Baillie (2008), indicadores de biodiversidade devem ser utilizados (i) na avaliação de desempenho, no caso de programas de gestão, (ii) na análise de hipóteses, no caso de estudos científicos, e (iii) na diferenciação entre alternativas, no caso de processos de decisão.

Mais especificamente no caso de empresas de energia, o EBI (Energy Biodiversity Initiative) menciona que indicadores de biodiversidade podem ser usados nas seguintes situações:

- No entendimento de impactos sobre a biodiversidade;
- Na predição de impactos potenciais;
- Na minimização de impactos futuros;
- Na quantificação e monitoramento de impactos sobre espécies, habitats e ecossistemas;
- Na melhoria do desempenho operacional de empresas, por exemplo;
- Para reportar resultados aos acionistas.

Como será tratado em detalhes mais a frente, vários aspectos estatísticos e técnicos precisam ser considerados quando da definição de indicadores, para que os mesmos sejam adequados aos propósitos e às condições de avaliação. A definição de indicadores também deve ser feita em

função dos públicos alvo, que, por exemplo, podem ser cientistas, políticos ou a sociedade, em geral (MACE, BAILLIE, 2008). Embora haja um grande número de situações distintas, uma recomendação é dada pelo EBI: bons indicadores são aqueles que são ao mesmo tempo específicos, mensuráveis, alcançáveis, relevantes e precisos no tempo (SMART, de acordo com a publicação de referência, em Inglês).

Indicadores de biodiversidade têm sido usados em estudos científicos, por agências de conservação da natureza, por governos, por organizações não governamentais, etc. Dennison (2001) afirma que indicadores de biodiversidade correspondem a mais do que parâmetros para avaliação do estado da biodiversidade em um dado local, mas também podem refletir a adoção de ações voltadas à conservação da biodiversidade, tais como a criação e a gestão de áreas de proteção, a regulação da caça e da pesca, e medidas para a mitigação de riscos de perda da biodiversidade.

Difícilmente um único indicador de biodiversidade será suficiente para expressar a complexidade de um problema e sua evolução ao longo do tempo, em função das várias dimensões e particularidades de cada caso (MACE, BAILLIE, 2008). Entretanto, alguns indicadores são muito conhecidos tanto por especialistas quanto por parte de um público mais amplo, e sintetizam resultados de maneira clara, como a Lista Vermelha de Espécies Ameaçadas, da IUCN.

O EBI apresenta alguns casos típicos de aplicação de indicadores, como os listados abaixo, dentro de uma visão que mais corresponde à de empresas de energia:

- Indicadores de espécies: por exemplo, da população de espécies ameaçadas; de espécies invasoras em regiões específicas; de espécies mais importantes, por razões culturais ou econômicas, para a população local.
- Indicadores de habitats: por exemplo, para a avaliação dos impactos em áreas de operação que coincidem com áreas prioritárias de conservação; para demonstrar a extensão de áreas preservadas; para indicar as áreas cobertas por programas e gestão.
- Indicadores de gestão corporativa: por exemplo, para a avaliação das ações relacionadas à conservação da biodiversidade, tais como investimentos, áreas preservadas, projetos futuros, etc.

2.3.2 Indicadores usados em avaliações científicas

De acordo com Duelli e Obrist (2003), até o início dos anos 1990 indicadores eram empregados para se avaliar as condições ambientais ou processos ecológicos. A partir da Rio 1992, grande parte dos pesquisadores passou a utilizar indicadores de biodiversidade na análise de aspectos específicos da qualidade ambiental. Segundo os autores, muito da literatura atual reflete o uso de indicadores de biodiversidade para objetivos específicos (“indicators from biodiversity”) e não propriamente a avaliação da biodiversidade (“indicators for biodiversity”). Um exemplo é a avaliação dos impactos da contaminação de corpos d’água por produtos químicos, através de um indicador de impacto sobre um grupo taxonômico específico (por exemplo, população de peixes); esse seria o caso do uso de indicadores “from” biodiversidade. Entretanto, a avaliação dos impactos da contaminação sobre a biodiversidade deve requerer mais do que um único indicador,

e a informação sobre as mortes de peixes deve ser apenas parte do que é necessário para que o objetivo seja cumprido.

O texto abaixo é baseado em Noss (1990), que pode ser entendido como uma publicação clássica no tema e que reflete o pensamento científico anterior à Rio 1992. Efetivamente, de acordo com o autor, um conjunto de indicadores se faz necessário, pois um único indicador não pode reunir todos os atributos listados a seguir. Os indicadores de biodiversidade deveriam ser:

- Capazes de sinalizar alertas com certa antecedência em relação ao risco potencial;
- Aplicáveis a diferentes situações, sem muitas restrições;
- Capazes de permitir avaliações contínuas;
- Aplicáveis a amostras de qualquer porte;
- De fácil obtenção, e ter custos moderados;
- Capazes de diferenciar entre tendências de ciclos naturais e de ações antropogênicas;
- Relevantes para o fenômeno ecológico em questão.

Noss (1990) analisa indicadores a partir da consideração de que os três principais atributos do ecossistema são sua composição (ou seja, identidade e variedade de elementos, o que requer o conhecimento das espécies), sua estrutura (organização física ou padrão do sistema) e sua função (ou seja, os processos ecológicos e evolucionários, incluindo fluxos de genes e ciclos de nutrientes). Este conjunto de atributos constitui a biodiversidade em uma área.

Segundo o autor, o uso de indicadores de espécies é tradicional em pesquisas científicas e mesmo em aplicações práticas, como no controle da poluição e no gerenciamento de atividades agrícolas e industriais. Entretanto, há vários problemas uma vez que esses não são bons indicadores de tendências ambientais e não podem ser associados a tendências de outras espécies. Assim, muitas vezes a interpretação desses indicadores foi equivocada, pois se entendeu que os resultados eram melhores do que os que efetivamente se tinha. Noss (1990) recomenda que indicadores sejam usados no contexto de uma estratégia de análise de riscos com foco em habitats específicos e em algumas espécies. Os indicadores devem ser adequados aos três atributos do ecossistema.

Quando da proposição de indicadores relacionados aos três atributos, o autor explorou o conceito de hierarquia e analisou os indicadores adequados a cada um dos quatro níveis de organização da biodiversidade: região (“landscape”), ecossistema, espécies e genes. A Tabela 2.1 sintetiza atributos dos indicadores para uso em procedimentos de avaliação da biodiversidade terrestre e monitoramento.

Tabela 2.1: Atributos dos indicadores para realização de inventário e monitoramento da biodiversidade terrestre

| Nível de Organização | Composição | Estrutura | Função |
|-----------------------------|---|---|--|
| Região (“landscape”) | Identidade, distribuição, riqueza e proporção; padrões coletivos de distribuição de espécies. | Heterogeneidade; conectividade; fragmentação; relação perímetro-área; padrão de distribuição do habitat; aptidão do habitat. | Taxas nos ciclos de nutrientes; taxas de erosão; processos hidrológicos; tendências de uso da terra; efeitos de perturbação. |
| Ecossistema | Identidade, abundância, riqueza, e diversidade de espécies; proporção de espécies endêmicas, exóticas e ameaçadas; coeficientes de similaridade; razão entre plantas C4/C3. | Variáveis do solo e substrato; inclinação; densidade de vegetação; abundância, densidade e distribuição de aspectos físicos; disponibilidade de água; precipitação. | Produtividades de biomassa; taxas de parasitismo e predação; taxas locais de extinção; ciclos de nutrientes; frequência de intrusões humanas e severidade. |
| Espécies | Abundância relativa e absoluta; frequência; distribuição; densidade; introdução de espécies exóticas. | Micro e macro distribuição; relação de gêneros; idade; complexidade horizontal e vertical. | Processo demográfico; genética da população; taxas de crescimento; aclimatização; adaptação. |
| Genes | Diversidade alélica; presença de determinados alelos raros ⁹ ; deterioração recessiva. | Censo e população efetiva; polimorfismo cromossômico e fenótipo; hereditariedade. | Depressão de consanguinidade; taxa de endocruzamento; fluxo de genes; taxas de mutação; intensidade de seleção. |

2.3.3 Definição de indicadores de uso corporativo

A definição de indicadores deve ser o resultado de um processo lógico que tem como objetivo final o monitoramento de impactos sobre a biodiversidade, em função da adoção de políticas, medidas de regulação ou ações de gerenciamento. A Figura 2.1 corresponde ao caso do processo de definição de indicadores por parte de uma empresa, segundo a EBI. O caso é adequado no contexto desta dissertação, dado o objetivo de analisar como a biodiversidade tem sido tratada em esquemas de certificação da sustentabilidade de cadeias de produção de biocombustíveis.

⁹ Os alelos são as formas alternativas do mesmo gene, ocupando uma posição num dado cromossomo.

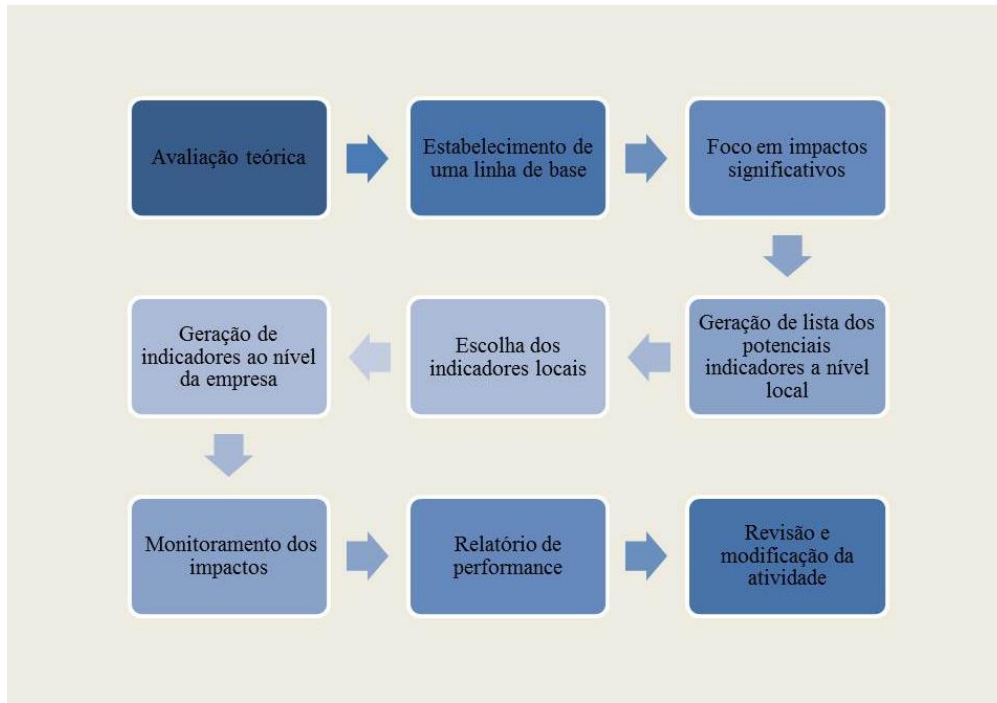


Figura 2.1: Desenvolvendo indicadores de biodiversidade (baseado em EBI)

Abaixo são destacadas algumas das ações apresentadas na Figura 2.1, e que estão relacionadas ao entendimento dos potenciais impactos (Etapa 1), a escolha dos indicadores aplicáveis ao local do empreendimento (5), escolha dos indicadores aplicáveis pela empresa (6), e ao monitoramento dos impactos (7).

Etapa 1 – Avaliação dos valores de biodiversidade e os potenciais impactos:

No início do processo deve se avaliar os valores de biodiversidade no local e na região do empreendimento, o que permite identificar prioridades e riscos. Segue-se uma avaliação de riscos tendo por base (i) o entendimento do local do empreendimento, (ii) o ambiente no qual ele se insere, e (iii) os interesses dos atores envolvidos. No caso dos biocombustíveis, fazendo-se um paralelo com o que é apresentado pela EBI para empreendimentos de petróleo e gás, nessa etapa devem ser identificados os potenciais riscos sobre a biodiversidade associados às principais etapas da cadeia de produção.

Etapa 5 – Escolha dos indicadores relevantes em nível local:

O objetivo é reduzir o número de indicadores considerados, para que possam ser bem avaliados os aspectos considerados relevantes pelos principais atores envolvidos. Não há regras específicas, mas a recomendação é para que seja identificado o que é essencial avaliar e monitorar, e que a escolha seja também pautada pelo que é factível ser feito.

Etapa 6 – Definição dos indicadores relevantes para o empreendimento:

Em alguns casos os indicadores relevantes estão mais relacionados à gestão e a processos do que propriamente a impactos, ou seja, os indicadores podem refletir responsabilidades assumidas pela corporação e iniciativas de gestão. Esses indicadores são recorrentes em alguns esquemas de certificação, que focam mais nas iniciativas de gerenciamento dos riscos do que na avaliação específica dos impactos sobre a biodiversidade.

Etapa 7 – Monitoramento de impactos e ações de conservação:

No caso apresentado, a implantação de um programa de monitoramento e o uso de seus resultados na implantação de ações de conservação é o objetivo principal. Assim, o monitoramento é essencial na avaliação dos resultados, na identificação de novas prioridades, e na reavaliação das práticas adotadas.

2.3.4 Indicadores de biodiversidade em âmbito global e nacional

Em 2002, no âmbito dos “Objetivos de Desenvolvimento do Milênio”, das Nações Unidas, foram definidas metas ambiciosas de redução nas taxas de perda da biodiversidade no período 2002-2010. Três das publicações descritas nesta subseção são ilustrativas dos indicadores que foram propostos e aplicados na avaliação dos resultados alcançados.

Butchart *et al.* (2010) descrevem um estudo de avaliação da evolução e do estado da biodiversidade em nível global, em um trabalho no qual o objetivo era analisar as perspectivas de cumprimento das metas acima mencionadas. Os autores partiram de uma relação de 31 indicadores, sendo que 24 foram empregados na avaliação de índices agregados. Foram avaliados tendência, períodos e a direção de inflexões significativas. Dados desde 1970 foram compilados.

No mesmo contexto, a CBD (2010) apresenta uma avaliação do estado da biodiversidade mundial em 2010, quando o cumprimento das metas definidas em 2002 foi verificado. Na avaliação foram definidos 15 indicadores, que na publicação são citados como cientificamente rigorosos, para avaliar pressões impostas e resultados de medidas de mitigação adotadas. Dos 15 indicadores avaliados, os resultados de 10 mostraram tendências desfavoráveis. Por outro lado, embora não tenha havido declínio significativo nas taxas da perda de biodiversidade, a CBD (2010) considera que algumas intervenções tiveram impacto positivo e mensurável, tornando o declínio menos severo do que poderia ter sido.

Para a CBD (2010), grande parte dos indicadores do estado da biodiversidade aponta redução insignificante nas taxas de declínio. Os resultados dos indicadores da pegada ecológica, deposição de nitrogênio, introdução de espécies exóticas, superexploração da biodiversidade marinha e impacto das mudanças climáticas sobre a biodiversidade foram particularmente negativos. No entanto, os indicadores de respostas para enfrentamento da perda da biodiversidade apontam resultados positivos, com mais áreas protegidas, mais políticas e leis introduzidas para evitar danos advindos de espécies exóticas invasoras, e mais recursos financeiros para apoiar a Convenção sobre Diversidade Biológica e seus objetivos.

Já Mace e Baillie (2007) apresentam indicadores que poderiam ser usados na avaliação do estado da biodiversidade mundial em 2010. Os autores comentam sobre a necessidade de se ter indicadores que pudessem atingir simultaneamente as condições abaixo:

- Distinguir entre medidas de pressão, estado e resposta;
- Assegurar a efetiva comunicação com distintas audiências;
- Minimizar os custos da avaliação.

Os autores comentam que indicadores que permitiriam a avaliação direta do cumprimento das metas em 2010 seriam os ideais, mas que a definição de tais indicadores seria impossível em função dos diferentes aspectos e por demandar muitos dados. À época, as recomendações tanto da Convenção de Diversidade Biológica quanto do SEBI 2010 (*Streamlining European Biodiversity Indicators*) eram para que a biodiversidade fosse avaliada em locais específicos (considerando diferentes biomas, ecossistemas e habitats) e que fossem monitoradas alterações de espécies ameaçadas, populações, diversidade genética, etc.

Em um relatório feito para o Winrock International, com o objetivo de avaliar os potenciais impactos da produção de biocombustíveis sobre a biodiversidade, Dennison (2011) apresenta indicadores globais que poderiam ser utilizados com regularidade no monitoramento dos resultados de políticas voltadas à produção sustentável. No relatório, o autor avalia quais indicadores são mais ou menos adequados para a avaliação dos impactos da produção de biocombustíveis. Os dois indicadores muito adequados, segundo o autor, são a pegada ecológica e a deposição de nitrogênio. Foram considerados adequados os indicadores associados à efetividade do manejo, ao controle de espécies exóticas, ao controle da fragmentação de florestas, à proteção de espécies ameaçadas, e aos manejos agrícola e florestal.

Na Tabela 2.2 são apresentados de forma sintética os indicadores mencionados por Butchart *et al.* (2010) e CBD (2010) para a avaliação das metas de redução de perda da biodiversidade, e por Dennison (2011) para a avaliação dos impactos da produção de biocombustíveis sobre a biodiversidade.

Apenas Butchart *et al.* (2010) originalmente classificam os indicadores nas categorias estado, pressão, e resposta; nos demais casos a classificação foi feita pela autora desta dissertação. Indicadores de estado refletem o estado da biodiversidade ou de aspectos da biodiversidade em um dado contexto, enquanto indicadores de pressão sinalizam pressões exercidas sobre a biodiversidade. Indicadores de resposta correspondem às ações dos agentes sociais face à compreensão dos impactos reais ou potenciais sobre a biodiversidade. A CDB inclui um indicador relacionado a aspectos culturais, que foi classificado como “Outra”.

Tabela 2.2: Indicadores propostos para a avaliação das metas de redução de perda da biodiversidade no período 2002-2010 (Butchart *et al.*, 2010 – **B**; CBD, 2010 – **C**) e para avaliação de impactos dos biocombustíveis sobre a biodiversidade (Dennison, 2011 - **D**)

| Designação dos indicadores | Classificação | Referência | Comentário |
|---|----------------------|-------------------|--|
| Living Planet Index (LPI) | Estado | B, D | Tendência média da população de vertebrados (WWF); não adequado (Dennison, 2011) |
| Wild Bird Index | Estado | B, D | Tendência média da população em habitats nos EUA e Europa; não adequado |
| Waterbird Population Status Index | Estado | B | Indica tendências da população de pássaros |
| Red List Index (RLI) | Estado | B | Tendência de extinção de mamíferos, pássaros e corais (IUCN) |
| Espécies ameaçadas; proteção de espécies ameaçadas. | Estado | C, D | Avalia tendência; não necessariamente por índice; adequado (Dennison, 2011) |
| Abundância e distribuição de espécies específicas | Estado | C | Avalia tendência; não necessariamente por índice |
| Status de biomas, ecossistemas e habitats específicos | Estado | C | Tendência de crescimento ou declínio |
| Diversidade genética de animais domesticados | Estado | C, D | Avalia tendência também para plantas cultivadas e peixes; não adequado (Dennison, 2011) |
| Marine Trophic Index | Estado | B, C, D | Mudança na pesca de predadores de topo da cadeia a níveis tróficos inferiores; Não adequado. |
| Water Quality Index | Estado | B, C, D | Indica qualidade física e química de água doce, moderadamente adequado (Dennison, 2011). |
| Extensão de florestas | Estado | B, D | Expresso em áreas físicas; moderadamente adequado, segundo Dennison (2011) |
| Extensão de manguezais | Estado | B, D | Expresso em áreas físicas; moderadamente adequado, segundo Dennison (2011) |
| Extensão de superfícies com algas | Estado | B | Expresso em áreas físicas |
| Extensão de bancos de corais | Estado | B | Expresso em áreas físicas |
| Conectividade e fragmentação de ecossistemas | Estado | C | Integridade de ecossistemas e bens e serviços ecossistêmicos |
| Fragmentação de florestas | Estado | D | Adequado para a avaliação da produção de biocombustíveis, segundo Dennison (2011) |
| Fragmentação de rios e regulação de fluxos | Estado | D | Inadequado p/ a avaliação da produção de biocombustíveis, segundo Dennison (2011) |
| Bem estar de comunidades que dependem de serviços ecossistêmicos | Estado | D | Moderadamente adequado na avaliação da produção de biocombustíveis (Dennison, 2011) |
| Pegada ecológica | Pressão | B, C, D | Consumo humano agregado; muito adequado, segundo Dennison (2011) |
| Deposição de nitrogênio | Pressão | B, C, D | Deposição de N reativo; muito adequado, segundo Dennison (2011) |
| Número de espécies exóticas | Pressão | B | Avaliação feita usualmente na Europa |
| Exploração de reservas de peixes | Pressão | B, D | Estágio de exploração; não adequado (Dennison, 2011) |
| Indicador de impacto climático | Pressão | B | Alteração do comportamento de pássaros |
| Tendências em espécies invasoras | Pressão | C, D | Adequado para a avaliação da produção de biocombustíveis, segundo Dennison (2011) |
| Extensão de áreas protegidas (AP) | Resposta | B | Inadequado p/ a avaliação da produção de biocombustíveis, segundo Dennison (2011) |
| Cobertura de AP em áreas prioritárias | Resposta | B, C, D | Adequado para a avaliação da produção de biocombustíveis, segundo Dennison (2011) |
| Áreas sob manejo florestal | Resposta | B, D | Verificação via certificação FSC; adequado, segundo Dennison (2011) |
| Áreas sob gestão sustentável; manejo agrícola sustentável. | Resposta | C, D | De florestas, agricultura e aquicultura; adequado, segundo Dennison (2011) |
| Adoção políticas internacionais relativas às espécies exóticas invasoras | Resposta | B | |
| Adoção de políticas nacionais de IAS | Resposta | B | Número de signatários de convenções |
| Assistência oficial | Resposta | B, C | Doações em US\$ ao CBD |

| | | | |
|--|----------|------|---|
| LPI (Living Plant Index) | Resposta | B | Aplicável à população de vertebrados |
| RLI (Red List Index) | Resposta | B | Espécies usadas como alimento e em medicina |
| RLI para espécies de pássaros em comércio internacional | Resposta | B, D | Espécies de pássaros comercializados; muito inadequado, segundo Dennison (2011) |
| Diversidade linguística/número de falantes de línguas indígenas | Outra | C | Avalia status do conhecimento tradicional, inovações e práticas |

2.3.5 Indicadores de biodiversidade em âmbito local e de empresas

O texto desta subseção é baseado em um relatório da Energy & Biodiversity Initiative (EBI), anteriormente mencionado, e que propõe programas de monitoramento – inclusive os indicadores necessários – em atividades de produção de petróleo e gás natural. É aqui usado como referência para a discussão de indicadores aplicáveis a unidades de produção de biocombustíveis.

No texto os indicadores analisados são classificados em quatro sub categorias: indicadores de espécie, de habitat, de gestão e de processos produtivos. Para se fazer um paralelo com o que foi analisado na sub seção anterior, os indicadores de espécie e de habitat seriam majoritariamente relacionados aos de estado e de pressão, enquanto os de gestão e de processos aos indicadores de resposta.

Na Tabela 2.3 são apresentados os indicadores propostos pela EBI e a comparação com indicadores similares propostos nas referências analisadas na subseção anterior. Em função da natureza da publicação da EBI (foco em petróleo e gás natural), os dois indicadores mais relevantes para a produção de biocombustíveis, segundo Dennison (2011) (pegada ecológica e deposição de nitrogênio), são sequer mencionados.

Há boa coincidência entre os indicadores de espécie e habitat, mencionados como adequados pela EBI, e os indicadores considerados adequados por Dennison (2011) para a avaliação dos impactos da produção de biocombustíveis, exceto o indicador relativo à extensão de áreas protegidas que, possivelmente, foi considerado como muito geral por Dennison (2011).

Já os indicadores de gestão e processo mencionados pela EBI não são considerados relevantes pelos demais autores consultados. Óbvio que para a avaliação real da sustentabilidade no âmbito de regiões maiores é irrelevante a prática gerencial de empresas específicas, embora possa haver razoável correlação. De qualquer forma, pode-se identificar paralelo entre os investimentos das empresas na conversação da biodiversidade e as doações oficiais para projetos da CBD, ou a preocupação entre consumo d'água, por parte de uma empresa, e a consideração de índices de qualidade de água.

Os indicadores de gestão e processo mencionados pela EBI se aproximam mais dos indicadores empregados em alguns esquemas de certificação no que diz respeito à biodiversidade, como será visto no Capítulo 4. Esses indicadores, que são mencionados pela EBI como sendo adequados para expressar ações no âmbito da empresa, podem refletir o engajamento da corporação e suas principais ações, mas não expressam o estado da biodiversidade em um dado local e momento, e muito menos a evolução ao longo do tempo. Já indicadores tais como taxas de fragmentação do habitat nativo, extensão de áreas recuperadas, ou espécies em extinção são muito mais adequados para o conhecimento do estado da biodiversidade, mas não necessariamente refletem, ou ao menos não podem ser diretamente atribuídos, à ação individual de empresas.

Tabela 2.3: Comparação de indicadores de biodiversidade propostos para uso em âmbito nacional ou global (Butchart *et al.*, 2010 – **B**; CBD, 2010 – **C**; Dennison, 2011 – **D**) e indicadores para uso em âmbito local ou por empresa (EBI – **E**)

| Designação dos indicadores | Classificação | Referência | Comentário |
|---|----------------------|-------------------|---|
| Espécies ameaçadas; espécies de distribuição restrita (incluindo espécies raras ou endêmicas); proteção de espécies ameaçadas. | Estado/Espécie | C, D, E | Adequado para biocombustíveis (Dennison, 2011); aplicáveis em locais e por empresas (EBI) |
| Serviços ecossistêmicos/bem-estar / espécies importantes para a população local | Estado/Espécie | D, E | Moderadamente adequado (Dennison, 2011); aplicáveis em locais e por empresas (EBI) |
| Tendências em espécies invasoras/existência de espécies invasoras | Pressão/Espécie | C, D, E | Adequado para biocombustíveis (Dennison, 2011); aplicáveis em locais e por empresas (EBI) |
| Extensão de áreas protegidas (AP) | Resposta/Habitat | B, D, E | Inadequado p/ biocombustíveis (Dennison, 2011); aplicáveis em locais e por empresas (EBI) |
| Cobertura de AP em áreas prioritárias/operação em AP | Resposta/Habitat | B, C, D, E | Adequado para biocombustíveis (Dennison, 2011); aplicáveis em locais e por empresas (EBI) |
| Áreas sob gestão sustentável; manejo agrícola sustentável. | Resposta/Habitat | C, D, E | Adequado para biocombustíveis (Dennison, 2011); aplicáveis em locais e por empresas (EBI) |
| Gestão da biodiversidade, assumida pela corporação. | Resposta/Gestão | E | Aplicáveis em locais e por empresas (EBI) |
| Importância da biodiversidade no orçamento | Resposta/Gestão | E | Aplicáveis às empresas (EBI) |
| Exigência de programas de gestão da sustentabilidade de fornecedores | Resposta/Gestão | E | Aplicáveis às empresas (EBI) |
| Número de projetos de proteção da biodiversidade em execução | Resposta/Gestão | E | Aplicáveis às empresas (EBI) |
| Monitoramento de emissões e/ou descargas | Resposta/Processo | E | Aplicáveis em locais e por empresas (EBI) |
| Consumo de água | Resposta/Processo | E | Aplicáveis em locais e por empresas (EBI) |

Na Tabela 2.4, a título ilustrativo, são apresentadas informações de como os indicadores mencionados pela EBI podem ser avaliados. Essas informações são úteis para a discussão da complexidade do processo de monitoramento e avaliação, e da complexidade dos dados necessários.

Tabela 2.4: Indicadores de biodiversidade propostos pela EBI – informação necessária e comentários

| Indicadores | Natureza da informação | Comentários |
|--|--|--|
| Espécies ameaçadas; proteção de espécies ameaçadas. | Inventários iniciais, posterior às ações da empresa com prioridade às espécies mais ameaçadas. | As ações da empresa devem minimizar impactos sobre espécies ameaçadas. Limitações estão associadas à dificuldade de avaliação, à avaliação de algumas poucas espécies, e ao fato de que impactos em curto prazo não são bem avaliados. |
| Proteção de espécies endêmicas | Inventários iniciais e posterior monitoramento. | Espécies endêmicas, mesmo que não ameaçadas, devem ser monitoradas. Mesmas limitações apresentadas acima. |
| Serviços ecossistêmicos / espécies importantes para a população local | Identificação de espécies. Inventários iniciais e posterior monitoramento. | Os impactos podem ser também culturais e econômicos. Avaliações são específicas de cada local. Aspectos associados ao comércio de espécies são mencionados. |
| Existência de espécies invasoras | Inventários iniciais e posterior monitoramento. | A introdução de espécies invasoras pode ser ou não de responsabilidade da empresa. A identificação de riscos permite a adoção de medidas à priori. |
| Contribuição com áreas protegidas | Área protegida pela empresa e/ou contribuições para tal finalidade | Áreas de propriedade da empresa ou não, no local de operação, ou não. O paralelo com a produção de cana no Brasil é o das áreas de reserva legal (RL) e de proteção permanente (APP) |
| Operação em, ou próximo à, áreas prioritárias de conservação | Área física ou percentual da área total de operação | Áreas prioritárias por existência de espécies ameaçadas ou endêmicas. Muitas vezes áreas prioritárias não são claramente definidas. Aspecto muito contencioso. |
| Áreas sob controle de planos de manejo | Área física ou percentual da área total de operação | A avaliação adequada inclui o monitoramento dos principais aspectos relativos à biodiversidade. |
| Gestão da biodiversidade, assumida pela corporação. | Indicadores binários relativos à existência de políticas | Informações mais detalhadas devem incluir relatórios de estudos de caso e a análise da evolução dos resultados. |
| Importância da biodiversidade no orçamento | Em valores absolutos (\$) ou como fração dos investimentos. | A informação é importante do ponto de vista da imagem corporativa. |
| Exigência de programas de gestão da sustentabilidade de fornecedores | Número ou percentual dos fornecedores | Indica o reconhecimento dos impactos da atividade econômica e ações de controle sobre a cadeia de suprimento |
| Número de projetos de proteção da biodiversidade em execução | Número | Indica compromisso da empresa. Entretanto, a informação importante é sobre a natureza dos projetos, seus resultados, etc. |
| Monitoramento de emissões e/ou descargas | Expressos através de fatores de emissão, com acompanhamento regular. | Não são propriamente indicadores de biodiversidade, mas sim indicadores de potenciais impactos sobre a biodiversidade. |
| Consumo de água | Captação absoluta ou por unidade de produção. | Comentário igual ao anterior. O consumo de água, e o impacto da descarga dos efluentes sobre a qualidade dos recursos, pode ter impacto nos serviços ecossistêmicos. |

2.3.6 Biodiversidade e indicadores em sistemas agrícolas

O objetivo nesta subseção é apresentar o conceito de biodiversidade agrícola e analisar os indicadores de biodiversidade que são usualmente mencionados na literatura a respeito. No contexto desta dissertação é evidente que, entre os vários ecossistemas, os agrícolas devem ser destacados.

Biodiversidade agrícola (“agricultural biodiversity”, em Inglês) é um termo amplo que abrange todos os componentes da diversidade biológica relevantes para a produção de alimentos e à agricultura. Ou seja, biodiversidade agrícola corresponde ao conjunto de animais, plantas e micro organismos nos genes, nas espécies e ecossistemas. As dimensões da biodiversidade agrícola incluem (i) recursos genéticos de plantas, animais, micróbios e fungos; (ii) os componentes que suportam os serviços ecossistêmicos (ciclos de nutrientes, controle de erosão, regulação do clima, manutenção dos ciclos hidrológicos, etc.); (iii) fatores abióticos (fatores do clima local, fatores químicos, estrutura física e funcionamento do ecossistema); e (iv) as dimensões sociais, econômicas e culturais (incluem conhecimento local e turismo) (CBDc).

A biodiversidade agrícola foi, e é, influenciada por atividades humanas e práticas agrícolas ao longo de gerações (CBDc). Pessoas que fazem parte de famílias que vivem em um ambiente há muitos anos, e têm aspiração de que seus descendentes lá vivam, tendem a aprender e conviver com os limites impostos pelo meio. Em função do grau de influência do homem, a agricultura sustentável requer a preservação da biodiversidade no meio de produção, o que não é compatível com a produção em larga escala, as monoculturas, o uso de agroquímicos e a introdução de espécies exóticas, por exemplo. Dessa forma, a agricultura, em geral, e a produção de biocombustíveis, em particular, precisam ser desenvolvidas com o enfrentamento de dois grandes desafios (CBDc):

- Manter a biodiversidade e os serviços ecossistêmicos que são necessários para a atividade, e;
- Minimizar os impactos negativos sobre a biodiversidade que não é diretamente usada e que deve ser preservada (no local de produção, ou em regiões que podem ser afetados).

O problema é que a produção agrícola em larga escala, e que permite ganhos de escala, está baseada na monocultura, na mudança e na homogeneização do uso da terra, na introdução de espécies exóticas, no uso de químicos, na super exploração de recursos – inclusive água –, com impactos relacionados à proliferação de doenças, perdas de solo e de nutrientes do solo, eutrofização, etc. Todos esses aspectos já foram mencionados antes como razões diretas ou indiretas de impactos sobre a biodiversidade (CBDc).

McBride *et al.* (2011) analisam indicadores de biodiversidade para sistemas agrícolas tendo como foco os impactos diretos da mudança do uso da terra. A justificativa é que tais impactos, mesmo distribuídos espacialmente, podem ser avaliados em um período relativamente curto. Os autores

comentam que a identificação de unidades taxonômicas¹⁰ de maior importância é aspecto fundamental, e que isso precisa ser feito considerando as especificidades de cada caso. O monitoramento dessas unidades taxonômicas de maior importância trará muitas informações, embora não todas aquelas necessárias ao estudo dos impactos sobre a biodiversidade. Exemplos de unidades taxonômicas relevantes são apresentados abaixo:

- Espécies nativas raras ou potencialmente raras são, pelo fato de estarem adaptadas às condições locais, em princípio, mais vulneráveis às mudanças no ecossistema;
- Espécies chave (“keystone species”, em Inglês) são aquelas que, uma vez perdidas, resultarão impactos sobre muitas outras espécies, uma vez que tem um grande efeito sobre o ambiente, desproporcional à sua abundância. Tais espécies são descritas como tendo um papel fundamental na manutenção da estrutura de uma comunidade ecológica, afetando muitos outros organismos em um ecossistema;
- Bioindicadores são utilizados para monitorar as condições de um ambiente ou ecossistema e, frequentemente, são aquáticos, o que permite monitorar os impactos em recursos hídricos. No caso da agricultura, o acompanhamento de unidades taxonômicas deve ser feito à jusante da unidade de produção. Pássaros, pequenos mamíferos, e a flora rasteira são outros exemplos.

Ainda para McBride *et al.* (2011), para muitas unidades taxonômicas é mais adequado avaliar a extensão do habitat do que a presença e/ou sua abundância. A questão é que os métodos de avaliação de presença e a extensão do habitat variam caso a caso, o que requer conhecimento específico da cultura agrícola e do habitat.

Da mesma forma, as avaliações mais comuns de ecossistemas, tais como a cobertura vegetal, riqueza de espécies e a presença de bioindicadores, também são específicas do local e da extensão do experimento. Em adição, muitos indicadores são afetados por aspectos particulares como época do ano, alterações de rotas de migração que podem ser afetadas por outros fatores, como fatores climáticos, etc.

Os aspectos acima mencionados reforçam algumas conclusões apresentadas na seção sobre monitoramento: a avaliação da biodiversidade é complexa, há particularidades em cada situação, requer conhecimento específico, demanda tempo, e pode ser custosa. Além da complexidade da biodiversidade e dos fatores que a impactam, há o problema relacionado à disponibilidade de dados, e este é o aspecto analisado na próxima seção.

¹⁰ Unidade taxonômica ou táxon (plural: taxa) pode indicar uma unidade em qualquer nível de um sistema de classificação (reino, filo, classe, ordem, família, gênero, e espécie).

2.4 Aspectos Relacionados aos Dados Necessários

Do que foi apresentado anteriormente neste capítulo, é possível concluir que o monitoramento da biodiversidade e, conseqüentemente, a definição de indicadores e o registro contínuo e consistente dos mesmos, são procedimentos complexos. Ademais, muito do que é observado como impacto sobre a biodiversidade em um dado local pode ter sido consequência do que ocorreu em outro ecossistema/habitat, ou mesmo em outro momento no tempo. Ainda mais complexos são os dados necessários para a adequada compilação de indicadores e para a continuidade do monitoramento. Os dados não são de fácil obtenção, e precisam ser conseguidos no campo, em condições muitas vezes inadequadas. Mas, é natural que a base de dados em países de menor estágio de desenvolvimento, e nos quais o conhecimento da biodiversidade não é muito desenvolvido, seja de qualidade inferior.

No contexto desta dissertação, é preciso lembrar que os esquemas de certificação, como será visto no Capítulo 4, precisam ser implementados em condições particulares que dizem respeito ao: (i) custo, que não pode ser muito elevado, (ii) à limitação do que pode ser atribuído à responsabilidade do operador econômico, (iii) ao pouco tempo disponível para que a avaliação seja feita, tanto em função dos custos quanto das premências impostas pelo mercado.

Dennison (2011) comenta que, na prática, qualquer avaliação que requerer grande número de indicadores e muitos dados, está fadada ao fracasso. Assim, os indicadores empregados em esquemas de certificação devem ser diferentes daqueles concebidos para avaliações científicas do estado da biodiversidade. São mais próximos dos indicadores empregados em programas de gestão, mas mesmo assim há condições particulares a serem observadas.

Como síntese, são apresentados abaixo comentários sobre a dificuldade imposta pelos dados para a execução de programas de monitoramento e estimativa de indicadores. Os comentários foram obtidos na literatura consultada, e que serviu de base para este capítulo.

Dennison (2011) comenta que um dos grandes problemas é que o conhecimento existente é fruto de ações individuais e não coordenadas, o que faz com que bases de dados disponíveis possam ser ainda mais limitadas. Como na maioria dos casos quer-se identificar a evolução, séries históricas são necessárias (BIP, 2011).

Gaines *et al.* (1999) comentam que indicadores de abundância/riqueza requerem a observação direta e procedimentos usuais são contagem, captura, colocação de registros, fotos, etc. Tais procedimentos são demorados e, em geral, caros. Estimativas mais precisas de população são ainda mais caras e demoradas. Ademais, requerem pessoal especializado e disposto a manter a qualidade da informação obtida. Para contornar o problema da presença das pessoas em locais inóspitos, e de difícil acesso, observações visuais aéreas são feitas. Imagens de satélite, desde que de alta resolução, também podem ser usadas em alguns procedimentos de monitoramento.

Mace e Baillie (2007) e Yoccoz *et al.* (2001) comentam que, por causa da complexidade de dados requeridos, é recomendável que o monitoramento seja sempre feito em habitats/ecossistemas

específicos, e cuidadosamente definidos. Isso minimizaria os erros e reduziria os custos. Aqui é importante destacar que os custos aumentam mesmo para um monitoramento considerado relativamente simples. Dennison (2011) menciona que, idealmente, o monitoramento deve ser feito ao longo do tempo para que se tenha possibilidade de analisar a evolução.

As diferentes bases de dados e os vários anos são aspectos importantes para que especial atenção seja colocada na consistência dos dados. Como os dados relevantes para estudos de biodiversidade são variáveis no espaço, e no tempo, é preciso que todas as informações sejam cuidadosamente referenciadas (BIP, 2011).

Em conclusão, uma vez que a obtenção de dados confiáveis é tão difícil, é importante que organizações e grupos de pesquisa trabalhem em parceria, para que informações sejam compartilhadas, os custos sejam reduzidos, e a precisão aumente ao longo do tempo.

Capítulo 3– Biodiversidade no Brasil e a Cana de Açúcar

3.1 Biodiversidade no Brasil

Considerada a riqueza de espécies e de famílias, grande parte da biodiversidade da Terra está concentrada nas regiões tropicais e subtropicais, sobretudo nas florestas e em áreas que equivalem ao Cerrado brasileiro (“grasslands” e “savannas”, em Inglês). Muitas das espécies que existem nos trópicos são endêmicas a essas regiões (MEA, 2005).

Mais especificamente sobre o Brasil, segundo Joly *et al.* (2011), a biodiversidade no país é uma das mais ricas do planeta, e engloba de 15% a 25% de todas as espécies vegetais, com alta taxa de endemismo biológico e dispersa sem biomas únicos. Quanto à riqueza de espécies de vertebrados, por exemplo, o país é líder: das cerca de 57 mil espécies conhecidas na Terra, em torno de 7 mil estão no Brasil; além disso, para alguns grupos, as taxas de endemismo alcançam níveis elevados, como nos casos de anfíbios (57%), répteis (37%), aves (11%) e mamíferos (25%) (IPEA, 2011).

Ainda a respeito, citando Mittermeir *et al.* (1997), IPEA (2011) afirma que a combinação entre riqueza de espécies e elevado grau de endemismo coloca o Brasil na lista dos 17 países megadiversos do mundo. Espécies endêmicas são aquelas que existem naturalmente em um único país, ou região (IUCN, 2013).

Quando da COP10, realizada em Nagoya, Japão, o MMA (2010) divulgou a estimativa de que no Brasil existem mais de 100 mil espécies de animais e de 43 mil a 49 mil espécies de plantas – isso sem contar micro-organismos, algas e diversos grupos biológicos que ainda não foram estudados. Em 2005, Lewinsohn e Prado estimaram que o Brasil abriga entre 170 mil e 210 mil espécies biológicas conhecidas, o que corresponde a cerca de 10% da biota mundial já estudada. Os mesmos autores projetaram que o número total de espécies biológicas brasileiras seja da ordem de 1,8 milhão¹¹, o que indica o quanto da biodiversidade local ainda não é conhecida.

Há seis biomas terrestres no Brasil (Amazônia, Mata Atlântica, Cerrado, Pantanal, Caatinga e Pampas). A estimativa da diversidade biológica em cada bioma, apresentada em 2010 pelo MMA (2010), é sintetizada na Tabela 3.1.

¹¹Na estimativa dos autores, o limite inferior é 1,4 milhão, e o limite superior 2,4 milhões espécies (IPEA, 2011).

Tabela 3.1: Estimativa da diversidade biológica nos seis biomas do Brasil

| Espécie | Amazônia | Cerrado | Mata Atlântica | Caatinga | Pantanal | Pampa |
|-----------|----------|---------|----------------|----------|----------|-------|
| Mamíferos | 311 | 197 | 311 | 158 | 132 | 102 |
| Aves | 1.300 | 837 | 1.020 | 510 | 463 | 476 |
| Répteis | 550 | 202 | 197 | 107 | 110 | 110 |
| Anfíbios | 250 | 150 | 372 | 49 | 41 | |
| Peixes | 1.800* | 1000* | 350 | 185 | 263 | 150 |
| Flora | 20.000* | 12.000* | 20.000* | 5.200* | 1.240 | 1.964 |

* estimativa

Fonte: MMA (2010)

Dos seis biomas, dois são “hotspots” de biodiversidade, ou seja, são áreas com grande número de espécies, alto grau de ameaça e prioridade mundial para conservação: a Mata Atlântica e o Cerrado. Segundo Joly *et al.* (2011), da Mata Atlântica restam de 11,4 a 16% da cobertura vegetal original, sendo que menos de 8% são fragmentos com mais de 100 hectares¹²; no país, é o bioma que tem a menor cobertura vegetal nativa. Já o Cerrado é o segundo maior bioma (apenas menor que a Amazônia) e dele restam menos que 30%¹³. Coincidentemente, é nesses dois biomas, por serem neles que grande parte da agropecuária se concentra, que a cana de açúcar é mais cultivada, e onde, principalmente no Cerrado, deve ocorrer a maior expansão.

A conversão histórica dos dois biomas hoje bastante ameaçados ocorreu por várias razões. Os principais ciclos econômicos no país, baseados no extrativismo e na agricultura, aliados à expansão urbana e à expansão da infraestrutura (por exemplo, viária e de geração de energia elétrica), reduziram e fragmentaram os biomas e alteraram as bacias hidrográficas (JOLY *et al.*, 2011). Além da fragmentação, a expansão da fronteira agrícola causou, e causa, outros impactos diretos, como erosão do solo, eutrofização dos corpos d’água, poluição por agroquímicos e introdução de espécies exóticas, aspectos que já tinham sido mencionados no Capítulo 1 como fatores que causam impactos sobre a biodiversidade.

Como ilustração, na Tabela 3.2 é apresentada a produção de cana em algumas safras, em algumas regiões, e o crescimento absoluto e percentual no último período de expansão (entre as safras

¹²A referência original é Ribeiro *et al.* (2009), que é mencionada com detalhes na seção 3.2.

¹³A avaliação apresentada em MMA (2011) é bastante diferente. Do Cerrado, com variados graus de conservação, ainda restariam cerca de 60% do bioma, sendo a savana arborizada a vegetação predominante, seguida da savana parque. Mais de 25% do bioma é ocupado por áreas de pastagem. Do bioma Mata Atlântica, em 2002 a área total coberta por vegetação nativa foi estimada em quase 27%; as diversas classes de florestas formam a vegetação natural predominante.

2000/2001 e 2010/2011). A comparação foi feita com a safra 2010/2011 porque houve drástica queda da produção na safra seguinte. Pode-se ver que o crescimento absoluto foi maior em São Paulo (58% do crescimento da produção física no período) e que o crescimento relativo foi maior no Centro-Oeste (pouco mais de 19% do crescimento total da produção física no período); Goiás, por exemplo, já é o segundo estado maior produtor de cana no Brasil (São Paulo é o maior).

Tabela 3.2: Cana colhida para produção de açúcar e etanol em diferentes safras, em milhões de toneladas (Mt), e diferença da área colhida, em milhões de hectares (Mha)

| Região/ estado | 2000/2001 (Mt) | 2010/2011 (Mt) | 2011/2012 (Mt) | Diferença 2000-2011 (Mt) | Variação (%) 2000- 2011 | Diferença 2000-2011 (Mha) | Variação (%) 2000- 2011 |
|-----------------------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------------------|-------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|
| Brasil | 254,9 | 623,9 | 561,0 | 369,0 | 144,8 | 4,7 | 97,1 |
| Centro-Sul | 205,2 | 560,5 | 494,9 | 355,3 | 173,1 | 4,6 | 123,5 |
| Norte-Nordeste | 49,7 | 63,5 | 66,1 | 13,8 | 27,8 | 0,1 | 11,4 |
| São Paulo | 147,0 | 361,2 | 305,6 | 214,2 | 145,7 | 2,7 | 109,9 |
| Centro-Oeste | 22,4 | 93,8 | 92,2 | 71,4 | 318,8 | 1,0 | 280,6 |

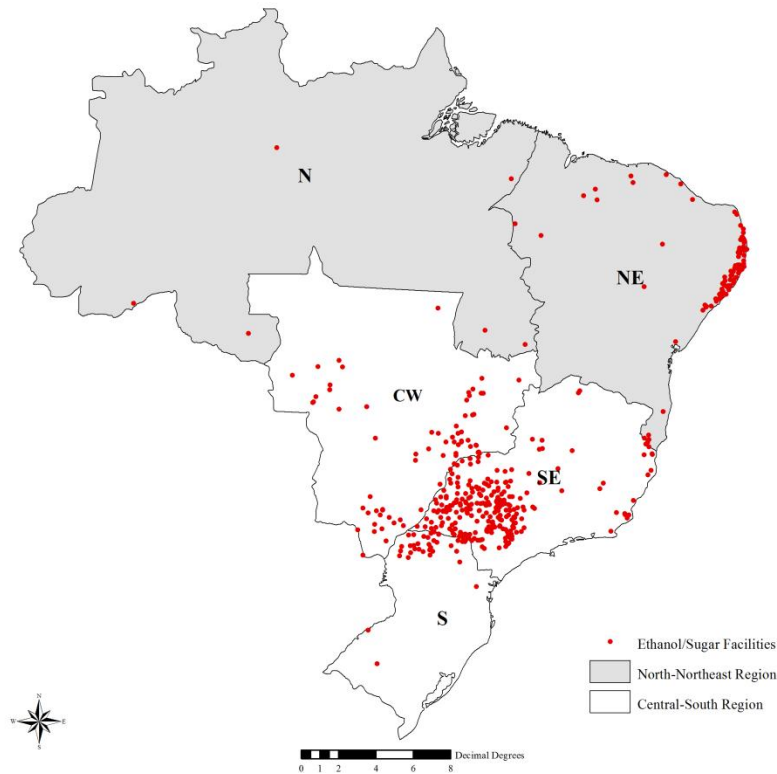
Fonte: MAPA (2013)

A Figura 3.1 apresenta a localização de cinco dos seis biomas brasileiros (o Pampa, no sul do Brasil, não é indicado). A Figura 3.2 indica a localização das usinas de cana de açúcar em 2010; pode-se ver a grande concentração de usinas no estado de São Paulo e regiões vizinhas, e também na região costeira do Nordeste. Da análise comparativa das duas figuras conclui-se que grande parte das usinas e, conseqüentemente, da produção de cana está nos biomas Cerrado e Mata Atlântica.



Fonte: GIRARDI

Figura 3.1: Localização dos biomas brasileiros



Fonte: Walter *et al.* (2013)

Figura 3.2: Localização das usinas de cana de açúcar em 2010

A respeito das ameaças à biodiversidade no Brasil, a análise a seguir está baseada em resultados da Lista Vermelha de 2013 (“Red List”) de espécies ameaçadas da IUCN, para o Mundo e para o Brasil, e que inclui espécies animais e de plantas. Alguns resultados são apresentados na Tabela 3.3. Em todo o mundo, das quase 60 mil espécies relacionadas na lista (nas várias categorias de risco), por volta de 21 mil foram consideradas sob ameaça¹⁴. Desse total, havia 925 espécies ameaçadas no Brasil (4,2% do total), sendo 426 espécies animais e 499 espécies de plantas.

¹⁴ Espécies ameaçadas são aquelas classificadas nas categorias (1) vulnerável, (2) em perigo e (3) criticamente em perigo.

Tabela 3.3: Lista Vermelha de espécies ameaçadas da IUCN, segundo as sete categorias, no Mundo e no Brasil, em 2013

| Categoria na Lista Vermelha da IUCN | Mundo Total | Brasil animais | Brasil plantas | Brasil Total/Mundo (%) |
|--|--------------------|-----------------------|-----------------------|-------------------------------|
| Menor preocupação | 31.845 | 2.989 | 422 | 10,7 |
| Próximo de ameaçada | 4.742 | 212 | 88 | 6,3 |
| Vulnerável | 10.463 | 243 | 252 | 4,7 |
| Em perigo | 6.243 | 113 | 173 | 4,6 |
| Criticamente em perigo | 4.224 | 70 | 74 | 3,4 |
| Extinta na natureza | 61 | 1 | 1 | 3,3 |
| Extinta | 799 | 9 | 5 | 1,8 |

Fonte: IUCN (2013)

Na lista de 2013 da IUCN o Brasil não está entre os 10 países com maior número de espécies animais ameaçadas, na qual Estados Unidos (1.009), Austrália (806), Indonésia (803), México (712) e Índia (646) têm os piores resultados. Por outro lado, na lista de espécies de plantas ameaçadas o Brasil está em terceiro entre os países com piores resultados, sendo apenas superado pelo Equador (1.842 espécies) e Malásia (705).

Em termos absolutos, o maior número de espécies ameaçadas no Brasil está nas Regiões Sudeste e Sul, que têm mais áreas antropizadas, nos biomas que correspondem à Mata Atlântica, ao Cerrado e aos Pampas. Para o Brasil, como um todo, em função da grande biodiversidade do país, a relação entre o número de espécies e o número total de espécies existentes é relativamente baixo, ao contrário do que se verifica no norte da África, no Oriente Médio e no Sudeste Asiático (PEREIRA *et al.*, 2012).

Ainda dos resultados da Lista Vermelha de 2013 (IUCN, 2013), a estimativa de espécies endêmicas brasileiras classificadas como ameaçadas é apresentada na Tabela 3.4. Comparativamente, nota-se que a fração das espécies ameaçadas em relação ao total de espécies endêmicas no Brasil é bastante significativa.

Tabela 3.4: Número de espécies endêmicas e espécies endêmicas ameaçadas no Brasil, por grupo taxonômico

| Grupo taxonômico | Espécies endêmicas | Espécies ameaçadas | Ameaçadas/endêmicas (%) |
|---------------------------------|--------------------|--------------------|-------------------------|
| Mamíferos | 183 | 54 | 29,5 |
| Aves | 199 | 77 | 38,7 |
| Anfíbios | 540 | 27 | 5,0 |
| Esturjões | 0 | 0 | — |
| Caranguejos de água doce | 12 | 1 | 8,3 |
| Recifes de corais | 8 | 0 | 0 |
| Coníferas | 3 | 2 | 66,7 |
| Cicadófitas | 0 | 0 | — |

Fonte: IUCN (2013)

Nos três grupos taxonômicos em que a biodiversidade brasileira é muito rica, nenhum país tem mais espécies endêmicas entre os anfíbios, e apenas os seguintes países têm maior número de espécies endêmicas entre mamíferos e aves:

- Mamíferos: Indonésia (255 espécies, sendo 115 ameaçadas, i.e., 45%), Austrália (241, 49, 20%) e Madagascar (187,60; 32%);
- Aves: Indonésia (383 espécies, sendo 74 ameaçadas, i.e., 19%) e Austrália (327, 26, 8%).

Desde muitos anos há, por parte do poder público brasileiro, um esforço de avaliação das espécies ameaçadas e de redução dos riscos de extinção¹⁵. A primeira lista de plantas ameaçadas foi publicada em 1968, e foram feitas atualizações em 1980, 1992 e 2008. Em 1968 apenas 13 espécies foram avaliadas como ameaçadas, enquanto em 2008 a lista tem 472 espécies ameaçadas e para 1.079 espécies é declarada deficiência de dados. Já no caso da fauna, a primeira lista também é de 1968, com quatro atualizações posteriores; a última lista é de 2003. Na primeira lista 42 espécies foram classificadas como ameaçadas, e esse número subiu para 627 em 2004-

¹⁵Os estudos foram feitos por determinação do extinto IBDF – Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal – e, posteriormente, por determinação do IBAMA e do MMA.

2005¹⁶ (IPEA, 2011). Excluindo peixes e invertebrados aquáticos, a avaliação oficial da fauna ameaçada em 2003 tinha 395 espécies; a projeção feita pelo MMA (2011) é que esse número de espécies pudesse chegar a 574-633 em 2010. A Tabela 3.5 mostra os resultados das avaliações de espécies ameaçadas na fauna brasileira em diferentes anos.

Comparados com os resultados da Lista Vermelha de 2013 (IUCN, 2013), a avaliação do MMA (2011) está bastante próxima: 426 espécies animais e 499 espécies de plantas, na Lista Vermelha, e 395 espécies na fauna e 472 espécies na flora (cerca de 10 anos atrás), na avaliação feita pelo MMA.

Tabela 3.5: Crescimento do número de espécies ameaçadas na fauna, no Brasil

| Grupo | 1968 | 1973 | 1989 | 2003 | Projeção 2010 |
|--------------------------|-----------|-----------|------------|------------|----------------|
| Mamíferos | 18 | 28 | 67 | 69 | 70 |
| Aves | 22 | 53 | 109 | 160 | 179-192 |
| Répteis | 2 | 3 | 9 | 20 | 24-27 |
| Anfíbios | — | — | 1 | 16 | 22-25 |
| Insetos | — | 1 | 29 | 89 | 112-127 |
| Invertebrados terrestres | — | — | 30 | 130 | 168-193 |
| Total | 42 | 85 | 219 | 395 | 574-633 |

Fonte: MMA (2011)

Ainda sobre espécies ameaçadas, é importante registrar a existência da publicação Atlas da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção em Unidades de Conservação Federais (NASCIMENTO e CAMPOS, 2011), com informações detalhadas por Unidade e por estado.

3.2 Conhecimento Existente no Brasil

3.2.1 Conhecimento sobre o Cerrado e a Mata Atlântica

Nesta seção faz-se uma breve análise do conhecimento existente sobre os biomas Cerrado e Mata Atlântica, e mais especificamente em relação aos impactos de atividades agrícolas na biodiversidade. Como o objetivo deste trabalho é a avaliação dos impactos da atividade

¹⁶O resultado é a combinação das avaliações feitas para invertebrados terrestres e vertebrados, exceto peixes (em 2003), e para invertebrados aquáticos e peixes (em 2004, com atualização em 2005).

canavieira sobre a biodiversidade, e pelo fato do cultivo de cana ocorrer majoritariamente nesses biomas, justifica-se o foco.

Relatório publicado pelo IPEA (2011) ¹⁷ cita conclusões do estudo feito por Grativol (2006) sobre as pesquisas em biodiversidade até então realizadas no país: (i) poucas foram feitas com amostragem populacional suficiente para que fossem possíveis conclusões mais amplas; (ii) foram realizadas a partir de abordagens metodológicas distintas, refletindo interesses e conhecimentos específicos de cada grupo de pesquisa, o que dificulta a comparação dos resultados e a formação de uma base de dados mais ampla; (iii) na maioria dos estudos foi considerada apenas a escala espacial, e não a temporal; e (iv) grande parte dos estudos foca a Amazônia e a Mata Atlântica, em detrimento dos outros biomas¹⁸.

Na Tabela 3.6 são apresentados resultados parciais de uma avaliação feita pelo IBAMA, que compilou informações de estudos feitos entre 1982 e 2006 sobre fatores de pressão e o correspondente número de espécies da fauna ameaçadas (MMA, 2011). São apresentados apenas os resultados por fator de pressão nos biomas Cerrado e Mata Atlântica. Pode-se ver que o número de espécies ameaçadas na Mata Atlântica é bastante maior do que no Cerrado, e que no primeiro caso os principais fatores de pressão são perda e degradação de habitat, fragmentação, caça e captura. No caso do Cerrado, até então a fragmentação não tinha tanta relevância, mas sim os fatores associados à perda e à degradação do habitat.

O maior número de espécies ameaçadas na Mata Atlântica é compreensível, uma vez que as ações antrópicas no Cerrado são mais recentes. A respeito da menor importância da fragmentação no Cerrado, a explicação também está na ocupação mais recente e na maior extensão de áreas com cobertura vegetal nativa. É importante comparar os fatores de pressão aqui mencionados com os fatores de impacto sobre a biodiversidade, comentados no Capítulo 1; há clara coincidência entre eles.

¹⁷O relatório do IPEA tem uma boa compilação de estudos sobre a biodiversidade brasileira e sobre o conhecimento existente.

¹⁸As três primeiras conclusões são similares ao que é apresentado no Capítulo 2, sobre os estudos de monitoramento de biodiversidade.

Tabela 3.6: Fatores de pressão sobre a biodiversidade – número de espécies ameaçadas

| Pressões | Cerrado | Mata Atlântica |
|---|----------------|-----------------------|
| Perda de habitat | 26 | 96 |
| Degradação de habitat e desequilíbrio ecológico | 10 | 62 |
| Falta de conhecimento | 16 | 40 |
| Caça, captura incidental e conflitos com o homem | 8 | 19 |
| Fragmentação, isolamento e problemas genéticos | 4 | 54 |
| Falta de Unidades de Conservação | 8 | 14 |
| Captura para comércio | 4 | 16 |
| Espécies invasoras e doenças | 1 | 7 |
| Mudanças Climáticas | 0 | 0 |
| Total | 77 | 308 |

Fonte: MMA (2011)

Como informação complementar, no caso da flora, das 472 espécies identificadas como ameaçadas no Brasil e mais 1.079 que foram classificadas como de conhecimento insuficiente (informação anteriormente apresentada), 727 são casos verificados na Mata Atlântica, e 563 no Cerrado (MMA, 2011). Portanto, grande parte das ameaças às plantas está nos biomas objeto de análise nesta dissertação.

Sobre a biodiversidade associada a paisagens agrícolas (em Inglês, “agricultural landscape”) no Brasil, é preciso maior esforço para levantamento de dados, documentação e monitoramento. Joly *et al.* (2011) afirmam que esforços nesse sentido foram feitos com foco nas áreas originalmente cobertas pela Mata Atlântica, mas quase nada ainda se sabe sobre a biodiversidade de paisagens agrícolas no Cerrado.

Citando Tollefson (2010), Joly *et al.* (2011) afirmam que a identificação e a mitigação dos impactos causados por atividades agrícolas usualmente requer abordagem experimental, o que muito provavelmente tem sido uma dificuldade no Brasil em função das limitações de recursos humanos e financeiros. Joly *et al.* (2011) também afirmam que a manutenção de áreas de reserva inseridas nas paisagens agrícolas pode impactar positivamente no aumento da diversidade e nos padrões de distribuição e, por isso, uma ação prioritária é a conservação do habitat nativo. A respeito, comentários específicos sobre áreas de conservação e o zoneamento agroecológico da cana são feitos na seção 3.4.

Na mesma linha, IPEA (2011) comenta que as estratégias que devem ser adotadas para a preservação da cobertura vegetal natural dependem da idade dos fragmentos. No caso do Cerrado, por serem os fragmentos antrópicos mais recentes, é preferível preservar grandes áreas. Evidente que em regiões ocupadas há mais tempo, a preservação de grandes áreas é muito mais cara e difícil. No caso de fragmentos naturais antigos, é preferível privilegiar um grande número de áreas, e esta situação é típica no bioma Mata Atlântica.

Outra observação importante diz respeito à compreensão do funcionamento de ecossistemas terrestres no Brasil, que ainda é pouco consolidado. Joly *et al.* (2011), afirmam que poucos grupos de pesquisa têm trabalhado com a relação entre a riqueza de espécies, o funcionamento do ecossistema e os serviços ambientais. Assim, pouco se sabe, por exemplo, a respeito dos impactos sociais, econômicos e ambientais decorrentes da perda de biodiversidade.

Como ilustração do conhecimento existente sobre os dois biomas que são tratados mais especificamente nesta dissertação, são apresentados a seguir os resultados de uma pesquisa bibliográfica não exaustiva, feita na base Scopus em Julho de 2013. Usando a palavra “biodiversity”, foram identificados 85.883 publicações entre 1973 e meados de 2013; dentre essas, restringindo a busca para publicações que mencionam de alguma forma o Brasil, foram identificados 7.349 títulos (menos de 10%)¹⁹, sendo que 1.554 mencionam de alguma forma a Mata Atlântica (“Atlantic Forest”) e 829 o Cerrado. Combinando as palavras “biodiversity”, “agricultural landscape” e “Brazil”, foram encontradas 1031 publicações, sendo que 381 mencionam de alguma forma a Mata Atlântica e 124 o Cerrado. Em geral, as publicações sobre o Cerrado são mais recentes.

Sem a pretensão de se fazer uma revisão bibliográfica completa, informações e conclusões de algumas dessas publicações são sintetizadas a seguir.

Em trabalho que os autores apresentam como pioneiro, Ribeiro *et al.* (2009) quantificam e avaliam os fragmentos na Mata Atlântica e concluem que há extrema degradação. Mais de 80% dos fragmentos têm menos de 50 ha, o grau de conectividade entre eles é muito baixo, a floresta remanescente está muito próxima das bordas dos fragmentos e as reservas existentes protegem muito pouco da floresta remanescente (9%) e menos ainda da floresta original (1%). Os autores concluem que o atual estágio de conservação é insuficiente para preservar as espécies existentes, sobretudo as ameaçadas. É mencionado que não há dados sistemáticos desse bioma. Por outro lado, os autores concluíram que a extensão da Mata Atlântica é maior do que originalmente estimada, uma vez que usaram imagens de satélite para quantificar os pequenos fragmentos.

Para melhorar a conservação da biodiversidade na Mata Atlântica, Ribeiro *et al.* (2009) sugerem que mais áreas de preservação sejam criadas, e que seja viabilizada a adequada conexão dos fragmentos, principalmente dos maiores. No caso dos menores fragmentos, a sugestão é que seja viabilizada a conectividade funcional entre aqueles que são mais próximos.

¹⁹A palavra “Brazil” foi buscada em qualquer local da publicação. Portanto, o número de publicações que tratam especificamente de casos relativos à realidade brasileira deve ser bastante menor.

Lira *et al.* (2012) analisam o processo de mudança do uso da terra em três fragmentos da Mata Atlântica no estado de São Paulo, considerando informações entre 1960 e a primeira década do século XXI. As áreas estudadas têm diferentes extensões de cobertura vegetal nativa, e os movimentos de mudança do uso da terra também foram diferentes: basicamente, foram estudados casos em que houve desmatamento entre os anos 1960 e os anos 1980, e posterior regeneração, e desmatamento após os anos 1980. Uma das conclusões é que com a regeneração da floresta aumenta a conectividade, embora essa viabilize a conexão de regiões nas quais os estágios da biodiversidade (em função da idade dos fragmentos) são distintos. Entretanto, a floresta secundária mais recente pode auxiliar a conectividade das áreas mais antigas, e auxiliar a manutenção da biodiversidade original. Outra conclusão importante é que a dinâmica de uso e de mudança do uso da terra não é constante e tampouco aleatória, e que tal aspecto é fundamental para a futura modelagem.

O processo de restauração de áreas ripárias em propriedades privadas no estado de São Paulo é descrito por Rodrigues *et al.* (2011). Por diferentes razões, o processo de restauração foi desenvolvido caso a caso, tendo sido aplicadas seis técnicas. Os autores descrevem resultados de 32 projetos, com extensão total superior a 520 mil ha, sendo que vários são em áreas produtoras de cana de açúcar. O bioma tratado é a Mata Atlântica e a transição para o Cerrado. Os autores afirmam que, de forma geral, grandes áreas com plantio de cana tinham áreas ripárias ocupadas com alto grau de mecanização, além de áreas abandonadas e outras com solo salinizado. Por outro lado, áreas menores com plantio de cana têm também outras atividades, principalmente pastagem, e são menos mecanizadas. Em ambos os casos, por causa da baixa cobertura vegetal e do alto grau de fragmentação, o plantio de árvores de espécies nativas foi a técnica de restauração mais empregada.

Aspecto importante são as principais motivações para os projetos de restauração descritos: o cumprimento da legislação (Código Florestal), que foi favorecido por acordos voluntários com os Governos locais, e a minimização dos passivos ambientais para tornar possível a certificação da produção (RODRIGUES *et al.*, 2011). Este é o ponto central desta dissertação, e a certificação é discutida no Capítulo 4.

A região Centro-Oeste e, conseqüentemente, o Cerrado, foi a principal fronteira agrícola no Brasil desde a segunda metade do século XX. A rápida expansão do agronegócio e o pouco conhecimento existente sobre a biodiversidade na região foram e são fatores de alto risco (DIAS). Também, pode-se acrescentar como fator de risco a fragilidade institucional. Dias relata o rápido processo de crescimento populacional e econômico, e descreve impactos sobre a biodiversidade que são típicos da expansão pouco planejada da agricultura: acentuado desmatamento, excessiva fragmentação da vegetação remanescente, contaminação do solo e dos corpos d'água, erosão, compactação dos solos, etc. Klink e Machado (2005) também mencionam o impacto decorrente da invasão de gramíneas africanas.

Uma pequena fração do Cerrado está legalmente protegida. Anos atrás Goiás teve a iniciativa de criar áreas de proteção e de fomentar o estabelecimento de corredores ecológicos. Algumas

ONGs, como a International Conservation (IC), The Natural Conservancy (TNC) e WWF Brasil, têm programas específicos voltados para a conservação do Cerrado (KLINK, MACHADO, 2005).

Silva *et al.* (2006) estudaram a classificação espacial e a diversidade ecológica do Cerrado brasileiro, e analisaram uma área que corresponde a 85% da extensão total. Concluíram que o alto nível de conversão de áreas nativas para agricultura, junto com o precário estágio das áreas de conservação, são os principais problemas ambientais e ameaças à biodiversidade. A metodologia utilizada pelos autores, baseada em georreferenciamento e sensoriamento remoto, permitiu a identificação e o mapeamento de áreas ecológicas similares.

A expansão da agricultura e a conseqüente fragmentação foram estudadas por Carvalho *et al.* (2009), que usaram índices de fragmentação com o objetivo de analisar se os padrões (de fragmentação) são distintos no caso da agropecuária e de culturas agrícolas. Uma conclusão é que as regiões nas quais predominam culturas agrícolas são mais fragmentadas do que aquelas nas quais predominam a pecuária. Também, concluíram que os fragmentos nas regiões dominadas por culturas são menores, o que impõe dificuldades adicionais à conservação da biodiversidade. Os autores não concluem, mas uma pergunta importante é se a conversão de pecuária para o cultivo de cana, que é uma tendência geral no Brasil, tende a resultar maior fragmentação e menor conectividade. Um comentário importante é que nas áreas em que culturas agrícolas prevalecem, a distribuição e o tamanho dos fragmentos induzem a conclusão de que a manutenção dos serviços ecossistêmicos é levada em conta (CARVALHO *et al.*, 2009), embora o conceito (e as implicações) muito provavelmente não seja conhecido pelos tomadores de decisão.

Em todo o mundo há certa preocupação com o declínio da população de anuros²⁰, principalmente em regiões nas quais a base de dados é precária e pouco se sabe sobre a abundância e a distribuição da população, como é o caso do Cerrado. Diniz Filho *et al.* (2004) estudaram o padrão de ocorrência de 105 espécies no Cerrado e concluem, em função da forte correlação de riqueza de espécies, que a existência de unidades de conservação adequadamente localizadas seria eficiente para a conservação desse aspecto da biodiversidade.

Sobre um tema correlato – a preservação de espécies de anuros no Cerrado brasileiro, Rangel *et al.* (2007) buscaram estabelecer correlações entre padrões de diversidade e aspectos do desenvolvimento socioeconômico. Para isso a riqueza de espécies de anuros foi correlacionada com 23 variáveis, com emprego de análise multivariada, e concluiu-se que os melhores resultados são obtidos em relação aos parâmetros que expressam padrões da moderna agricultura e da pecuária (por exemplo, áreas destinadas a usos específicos, produtividades, densidade de máquinas agrícolas, maior densidade de bovinos, etc.).

²⁰ Os anuros (latim científico: Anura) constituem uma ordem de animais pertencentes à classe *Amphibia*, que inclui sapos, rãs e pererecas.

3.2.2 Bases de dados

Um aspecto essencial para o avanço das pesquisas sobre biodiversidade é a organização do conhecimento existente. Em uma área tão complexa e sem a devida consolidação, como é a biodiversidade, a organização e a divulgação do conhecimento permitem a racionalização de esforços, a redução de custos, maior velocidade na obtenção de resultados, maior consistência nas pesquisas, a disseminação de informações, etc. Algumas iniciativas no Brasil são mencionadas a seguir; em alguns casos, a experiência já está consolidada, enquanto em outros a fase é ainda inicial.

O Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI) criou recentemente o Sistema de Informação sobre a Biodiversidade Brasileira (SiBBR) (www.sibbr.gov.br) com o objetivo de que seja um sistema eletrônico que integrará informações sobre a biodiversidade e ecossistemas brasileiros. As fontes de informação poderão ser nacionais e do exterior. A intenção é que o sistema permita a integração das bases de dados já existentes, e não sua substituição. Como justificativa para a iniciativa, o MCTI afirma que a informação disponível sobre biodiversidade no Brasil é incompleta, está espalhada por diferentes instituições e não está documentada de maneira a facilitar o acesso.

Uma experiência de grande sucesso é o Biota-FAPESP – Programa de Pesquisa em Caracterização, Conservação, Recuperação e Uso Sustentável da Biodiversidade do estado de São Paulo (www.biota.org.br). O programa foi lançado em 1997. Os objetivos do Biota são vários, mas podem ser resumidos no fomento à pesquisa em biodiversidade, na capacitação de pessoas e das instituições, e na disseminação de informações.

Um dos produtos de grande impacto é o Sistema de Informação Ambiental do Programa Biota-FAPESP (Sinbiota) (siobiota.biota.org.br), que permite a integração das informações geradas pelos vários pesquisadores a uma base cartográfica digital. Através do Sistema é possível identificar com facilidade estudos já realizados em locais específicos e obter estatísticas de coletas por diferentes níveis de classificação (por exemplo, por unidade de conservação, por bacia hidrográfica, etc.).

O Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) (www.inpe.br) oferece uma ampla base de informações, de acesso irrestrito, e que incluem imagens, bases de dados e relatórios sobre o monitoramento de florestas (por exemplo, o monitoramento do desmatamento na Amazônia Legal é feito desde 1998), localização de projetos, áreas prioritárias e unidades de conservação (por exemplo, no bioma Mata Atlântica), e o monitoramento do plantio da cana nas regiões Centro-Oeste e Sudeste (com avaliação de áreas plantadas, da mudança direta do uso da terra, estágio de renovação do canavial, e evolução da colheita mecanizada). Informações específicas sobre o cultivo da cana foram geradas no âmbito de um programa conhecido como CANASAT (<http://www.dsr.inpe.br/laf/canasat/>); informações georreferenciadas para o estado de São Paulo são disponíveis desde 2003 e, para o restante da região Centro-Sul, desde 2005. Essas informações, além de subsidiar pesquisadores, tomadores de decisão e a sociedade civil, atestam transparência da atividade.

Bases globais como as bases de dados da IUCN também são importantes e complementam as bases anteriormente mencionadas.

3.3 Conhecimento sobre Cana de Açúcar e Biodiversidade

3.3.1 Publicações com abordagem geral

Uma pesquisa bibliográfica sobre cana de açúcar, produção no Brasil, e sustentabilidade indicará alguns artigos científicos muito citados, como os trabalhos que são descritos nesta subseção. Em geral, essas publicações não tratam com maior profundidade de aspectos da biodiversidade.

Goldemberg *et al.* (2008) reconhecem que a produção de etanol em larga escala pode causar impactos à áreas de alta biodiversidade, associados ao desmatamento, à degradação dos solos, ao uso de agroquímicos, à perda de carbono do solo, aos impactos sobre os recursos hídricos, etc. Entretanto, fazem a ressalva de que impactos diretos sobre a biodiversidade são limitados, no Brasil, porque a expansão ocorre (ocorreu) em áreas de pastagem, e em locais distantes de biomas sensíveis. Afirmam que, à época, as áreas ripárias degradadas no estado de São Paulo somavam 10 mil km², sendo 1,5 mil km² em áreas de plantio de cana.

O trabalho de Smeets *et al.* (2008) está mais voltado à análise da produção certificada de etanol, no Brasil, tendo em vista os requisitos de sustentabilidade que se discutiam na Europa àquela época. Os autores concluem que a produção no Brasil poderia ser certificada, na média, com alguma facilidade, mas que quanto a três quesitos – e entre eles impactos sobre a biodiversidade (os outros dois seriam quanto aos impactos sobre a oferta de alimentos, e o eventual uso de organismos geneticamente modificados)– haveria algumas restrições. Os impactos potenciais sobre a biodiversidade foram analisados considerando-se impactos diretos (devido à mudança do uso da terra) e indiretos (eventual desmatamento em regiões de alta biodiversidade). Os autores reconhecem que até então a expansão da cana estava ocorrendo sobretudo em áreas de pastagem e com deslocamento de algumas culturas agrícolas, mas destacam a tendência de expansão no Cerrado.

Mesmo tendo tratado como tema central a possível grande expansão da produção de etanol no Brasil (alcançando 100 ou 200 bilhões de litros), Leite *et al.* (2009) não consideraram diretamente as eventuais restrições associadas à biodiversidade. Os autores citam a publicação de Smeets *et al.* (2008) para eventual consulta dos interessados. Por outro lado, a publicação está baseada em projetos que, de uma certa forma, contribuíram para a realização do Zoneamento Agroecológico da cana (ver seção 3.4).

Em um trabalho recente, e com uma abordagem mais ampla sobre a sustentabilidade do etanol de cana de açúcar no Brasil, Walter *et al.* (2013) analisam o conhecimento a respeito dos impactos sobre a biodiversidade através de uma revisão bibliográfica não exaustiva. Alguns dos artigos mencionados naquele artigo são mencionados na seção 3.3.2.

3.3.2 Publicações com foco crítico

Martinelli e Filoso (2009) fazem uma avaliação da dinâmica da expansão da agricultura brasileira nos últimos anos, e concluem que um grande desafio para o país, nos próximos anos, é reconhecer os limites que precisam ser respeitados, como aqueles que estão associados à manutenção das funções básicas dos ecossistemas. Segundo os autores, o reconhecimento de tais particularidades poderá ser, inclusive, uma vantagem comparativa da agricultura brasileira.

Em artigo mais recente, Martinelli *et al.* (2010) concluem na mesma linha de que, no futuro, a agricultura no Brasil deve ter sua prioridade nos pilares do desenvolvimento sustentável. No entanto, os autores partem da posição de que o recente sucesso do sistema agrícola comercial está associado à destruição generalizada dos ecossistemas, especialmente no Cerrado e na Amazônia, bem como à degradação do meio ambiente. Embora os autores não façam clara associação entre o crescimento da produção das principais commodities agrícolas e o desmatamento, chama atenção um conjunto de figuras apresentado, nas quais o crescimento na produção de soja, cana, das áreas de pastagem e do consumo de fertilizantes é colocado lado a lado com a evolução do desmatamento na Amazônia. Chama mais atenção porque a informação sobre o desmatamento não inclui o significativo decréscimo que houve após 2005.

Em outro artigo crítico, Martinelli e Filoso (2008) comentam que o plantio de cana resultou em erosão do solo, muito maior do que em áreas de pastagem. No mesmo artigo, comentam que as áreas ripárias mantidas em regiões de plantio de cana eram muito pequenas (13-18%), com impactos negativos sobre a riqueza de mamíferos de pequeno porte.

3.3.3 Publicações com informações sobre cana e biodiversidade

Os trabalhos mencionados a seguir ilustram contribuições acadêmicas com foco nos impactos da produção de cana sobre a biodiversidade. A pesquisa feita não foi exaustiva, mas o número de publicações existentes é mesmo limitado.

Na maioria das áreas de produção de cana, o Código Florestal atual exige que os agricultores mantenham 20% da terra agrícola como reserva de biodiversidade e mantenham a vegetação natural para proteger as áreas ribeirinhas (ver seção 3.4). Infelizmente, o cumprimento da lei não tem sido eficaz em todo o país, apesar de um esforço razoável (pelo menos em alguns estados) para recuperar o passivo ambiental. Um bom exemplo desses esforços é descrito por Rodrigues *et al.* (2011), que desenvolveram projetos de restauração ecológica de matas ciliares em terras privadas no estado de São Paulo. Sabe-se que matas-ciliares nativas ou recuperadas são importantes para manter a estrutura dos habitats, a qualidade da água (por impedir que haja erosão e, assim, assoreamento), a estrutura da teia alimentar, além de terem também a função de corredores ecológicos para a fauna e serem fundamentais para o equilíbrio do ecossistema (SALEMI *et al.*, 2012). Esses projetos foram desenvolvidos com forte acompanhamento da

restauração da vegetação local, mas sem o acompanhamento dos impactos sobre a biodiversidade e sobre serviços ecossistêmicos.

O impacto do plantio de cana de açúcar sobre a fauna foi examinado por Chiarello *et al.* (2000) em uma pesquisa com mamíferos e aves em um fragmento de floresta perto de Ribeirão Preto - São Paulo -, região na qual há uma grande concentração de cultivo de cana. Vinte espécies de mamíferos foram confirmadas na área e 49 espécies de aves foram registradas. Alguns fragmentos permaneceram e, além de serem isolados um do outro, foram perturbados por extração seletiva de madeira, caça e incêndios. Os resultados demonstram que os fragmentos florestais são refúgios para a fauna nativa e que a restauração da vegetação natural é importante para a preservação das espécies, mesmo em áreas próximas a extensos cultivos de cana. Em geral, a fauna observada no estudo era composta de espécies generalistas quanto ao habitat (ou seja, ocorrem em vários habitats), com grande capacidade de adaptação a diferentes coberturas florestais. Foram registradas espécies que conseguem cruzar áreas abertas com facilidade e espécies que habitam bordas de florestas; também foram encontradas espécies que não eram esperadas nesses fragmentos. Apesar dos fragmentos florestais serem importantes, o estudo constatou que um fragmento de 150 hectares de floresta não é grande o bastante para manter populações de grandes mamíferos, como por exemplo, o puma (*Puma concolor*) ou grandes pássaros frugívoros. Essas espécies são vulneráveis a fragmentação, pois têm dietas muito específicas ou precisam de um habitat muito maior que o do fragmento, sobrevivendo somente em fragmentos maiores a 20.000 hectares.

Por outro lado, Lyra-Jorge *et al.* (2008) fizeram um levantamento das espécies existentes em fragmentos na fronteira do bioma Cerrado na porção centro-norte do estado de São Paulo, cercados por plantações de eucalipto e cana de açúcar. Os autores descrevem que a vegetação natural remanescente ainda abriga grandes mamíferos, incluindo espécies localmente ameaçadas de extinção. No entanto, algumas espécies de carnívoros esperadas na região não puderam ser detectadas. Os autores concluíram que as espécies mais vulneráveis à fragmentação de habitat não foram capazes de se adaptar.

Experiências de monitoramento da biodiversidade em áreas de produção de cana orgânica são descritas por Miranda e Miranda (2004) e Miranda e Avellar (2008). O trabalho de monitoramento da biodiversidade na Usina São Francisco, no estado de São Paulo, entre 2002 e 2003, permitiu uma descrição qualitativa e quantitativa da biodiversidade faunística em diversos habitats. Na área de plantio de cana, o trânsito dos animais selvagens, principalmente no caso dos mamíferos, répteis e anfíbios, é assegurado e facilitado por uma série de conexões e corredores (por exemplo, valetas de drenagem, matas ciliares, etc.). No conjunto dos levantamentos zo ecológicos foram identificadas 247 espécies de vertebrados terrestres (cinco anfíbios, 13 répteis, 191 aves e 38 mamíferos) (MIRANDA, 2004).

Miranda e Avellar (2008) descrevem a mesma experiência, mas para um período de monitoramento mais longo (2001 a 2008). Os autores concluem que foram identificadas espécies consideradas ameaçadas de extinção no estado de São Paulo. No entanto, o número de espécies

identificadas é o mesmo relatado na referência anterior. Concluem que a riqueza faunística total é provavelmente maior do que a encontrada, e que isso deveria ser constatado, no futuro, com o monitoramento mais exaustivo e específico de alguns grupos de espécies.

3.4 Políticas e Regulação

Nesta seção são destacadas três ações legais ou regulatórias que podem ter potencial impacto na expansão da atividade canavieira e sobre a biodiversidade: o Zoneamento Agroecológico da Cana de Açúcar (ZAE), a definição das Áreas Prioritárias de Conservação, e o novo Código Florestal.

3.4.1 Zoneamento Agroecológico

O texto a seguir está majoritariamente baseado em Manzatto *et al.* (2009).

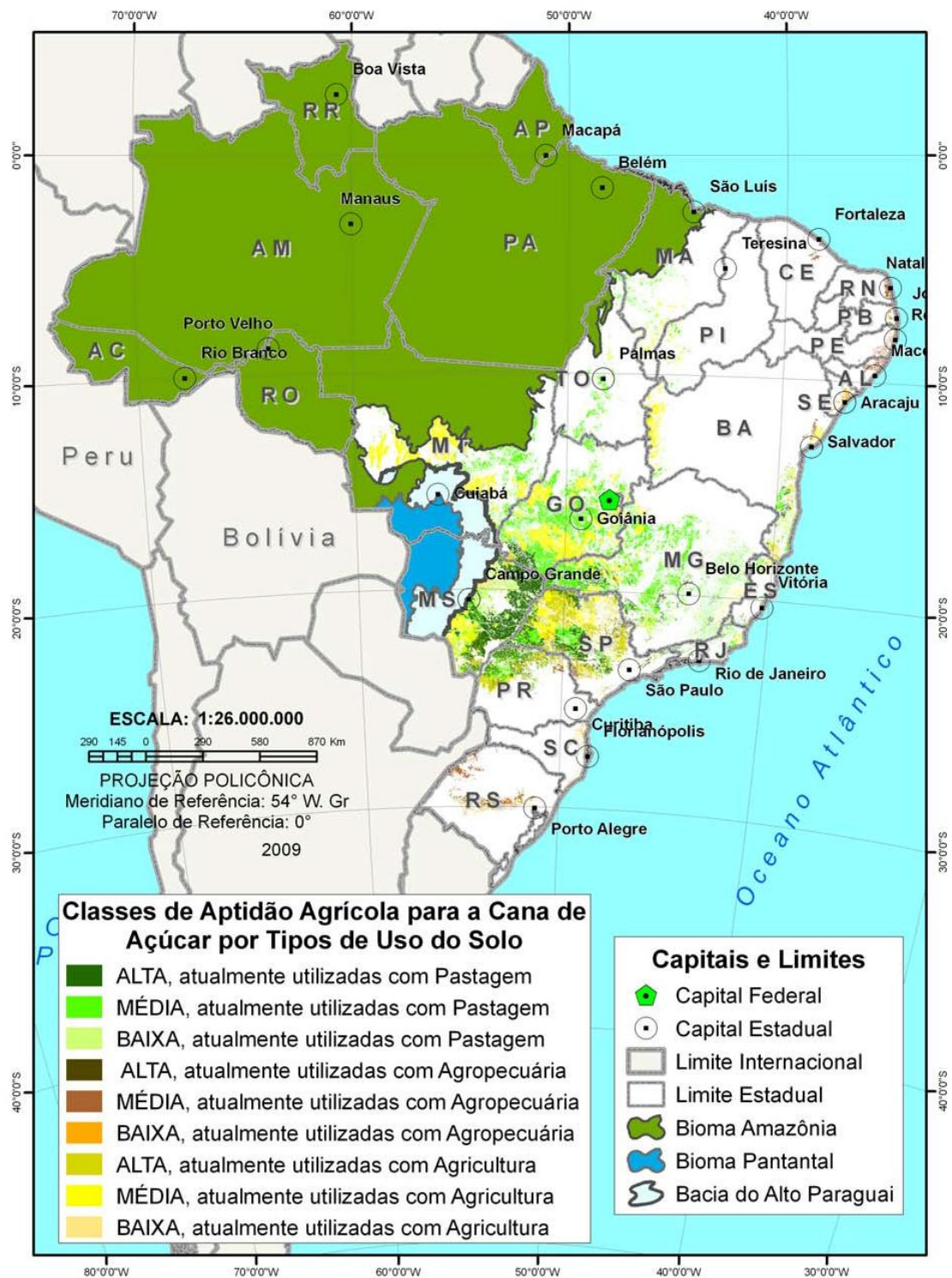
O ZAE foi feito por decisão do Governo Federal, com o objetivo de fornecer subsídios técnicos para formulação de políticas públicas visando expansão e produção sustentável de cana de açúcar no território brasileiro. Na elaboração do ZAE foram considerados aspectos como: a vulnerabilidade das terras, o risco climático, o potencial de produção agrícola sustentável e a legislação ambiental vigente. Nos estados da região Centro-Sul foram excluídas as áreas cultivadas com cana de açúcar no ano safra 2007/2008. Também foram excluídas as seguintes áreas/regiões:

- as terras com declividade superior a 12% (por conta da premissa da colheita mecanizada nas áreas de expansão);
- áreas com cobertura vegetal nativa;
- os biomas Amazônia e Pantanal em sua totalidade;
- a Bacia do Alto Paraguai, na qual o Pantanal está incluso;
- as áreas de proteção ambiental;
- as terras indígenas;
- os remanescentes florestais;
- dunas e mangues;
- escarpas e afloramentos de rocha;
- áreas de reflorestamentos; e
- áreas urbanas e de mineração.

Assim, de acordo com o ZAE, as áreas indicadas para a expansão de cana são aquelas em que há produção agrícola intensiva, produção agrícola semi-intensiva, lavouras especiais (perenes, anuais) e pastagens. Essas áreas foram classificadas em três classes de acordo com o potencial (alto, médio e baixo), e ainda discriminadas por tipo de uso.

O resultado é que o país tem de cerca de 65 milhões de hectares de áreas aptas à expansão do cultivo com cana de açúcar, sendo 19,3 milhões de hectares considerados com alto potencial produtivo, 41,5 milhões de hectares com médio e 4,3 milhões com baixo potencial para o cultivo. As áreas aptas à expansão cultivadas com pastagens, em 2002, representavam cerca de 37,2 milhões de hectares. Portanto, seria possível ao menos triplicar a área cultivada com cana (9,6 milhões de hectares em 2011), em áreas de alto potencial, sem necessidade de remoção de cobertura vegetal nativa. Evidentemente, considerando os impactos diretos da mudança do uso da terra, e não os impactos indiretos (a respeito do que há muita controvérsia e pouca comprovação efetiva).

Na Figura 3.3 é apresentado resultados do ZAE em um mapa do Brasil, com a indicação das áreas consideradas adequadas ao plantio da cana, que se concentram majoritariamente próximas das áreas já produtoras.



Fonte: Manzatto et al. (2009)

Figura 3.3: Resultados do Zoneamento Agroecológico da Cana.

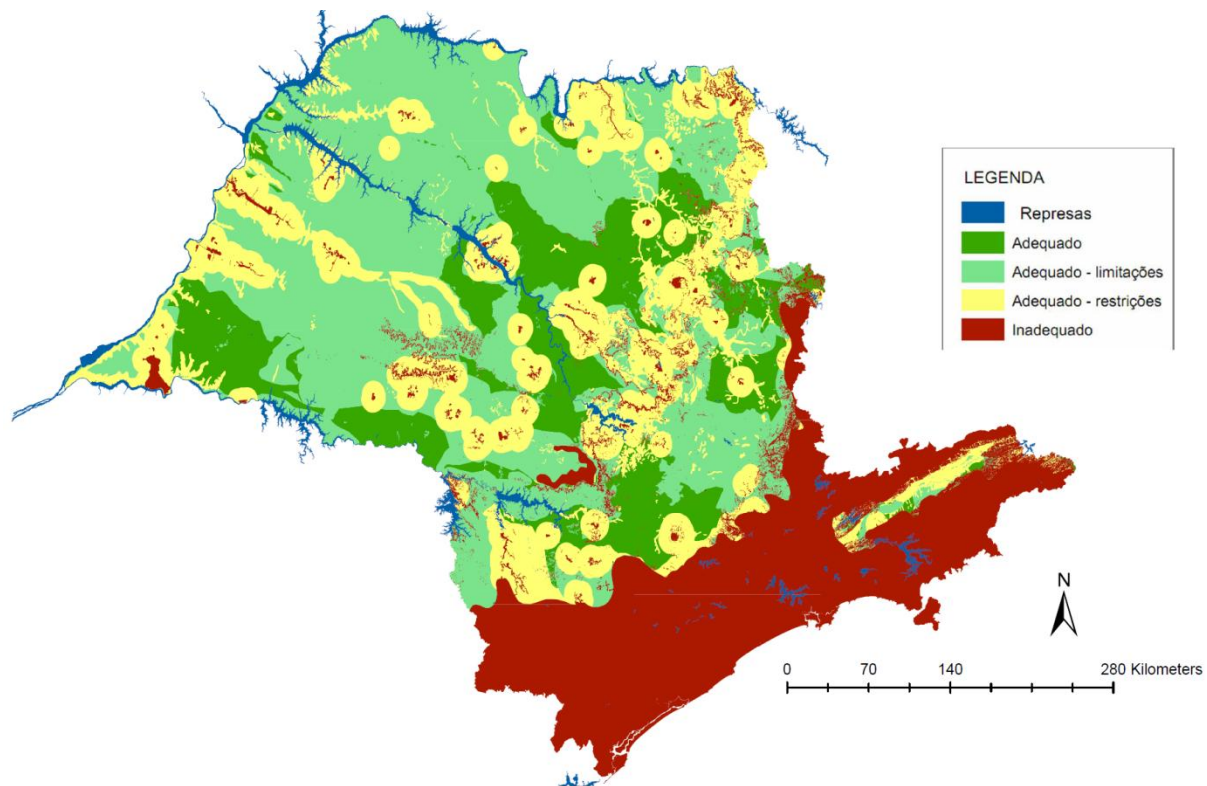
O ZAE não é uma lei e, portanto, não há proibição de plantio fora das áreas indicadas como adequadas. Por outro lado, acredita-se que, pela impossibilidade de obtenção de financiamento público, a produção de cana em larga escala dificilmente irá ocorrer fora das áreas indicadas.

A divulgação do ZAE em 2009 teve grande repercussão, inclusive no exterior. É considerado que os resultados trazem claras indicações (por exclusão) de áreas nas quais a produção de cana não deve ocorrer (“no-go áreas”; ver Capítulo 4).

No estado de São Paulo, em 2008, a Secretaria do Meio Ambiente divulgou o Zoneamento estadual para a cana, que foi uma iniciativa paralela ao do zoneamento em âmbito federal. O Zoneamento em São Paulo é usado para guiar o processo de licenciamento ambiental de novos empreendimentos canavieiros, e é mais rigoroso do que o que foi feito no âmbito federal por ter considerado mais áreas como inadequadas. Por exemplo, áreas de amortecimento em torno de áreas de preservação foram excluídas do conjunto considerado adequado.

Não é possível uma simples comparação dos resultados dos zoneamentos federal, para São Paulo, e daquele feito pelo governo estadual, uma vez que as classificações de aptidão das terras são distintas. O ZAE federal indica que há 7,3 Mha com alta aptidão para o cultivo de cana em São Paulo, 3,2 com média aptidão, e pouco mais do que 110 mil hectares com baixa aptidão, totalizando 10,6 Mha. O zoneamento estadual (ver Figura 3.4) indica que há 3,9 Mha em áreas consideradas adequadas, 8,6 em áreas com limitações ambientais, e 5,5 Mha em áreas com restrições ambientais. Desconsideradas as áreas com restrições ambientais, que incluem áreas de amortecimento e áreas de proteção permanente, a área total para cultivo da cana em São Paulo poderia chegar a 12,5 Mha (a área plantada em 2011 era 5,2 Mha). Portanto, comparando os dois estudos, conclui-se que parte dos 7,3 Mha indicados pelo ZAE federal como áreas de alta aptidão deve incluir áreas com limitações e restrições ambientais (apenas 3,9 Mha são áreas totalmente adequadas, segundo o estudo estadual). Por outro lado, não consideradas as limitações e restrições ambientais indicadas no zoneamento estadual, a área apta ao cultivo da cana em São Paulo seria 16% maior do que a soma das áreas de alta e média aptidão, segundo o ZAE federal.

No caso de São Paulo, a controvérsia entre os resultados dos zoneamentos ilustra um que deriva do uso de classificações distintas, que poderia ser evitado. Como será visto a seguir, mesmo a estrita observância das áreas consideradas adequadas no Zoneamento federal não exclui o risco de produção em regiões sensíveis e eventuais impactos sobre a biodiversidade.



Fonte: SMA-SP (2008)

Figura 3.4: Mapa com resultados do Zoneamento Agroecológico da Cana em São Paulo

3.4.2 Áreas Prioritárias de Conservação (APC)

O PROBIO – Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira, do Ministério do Meio Ambiente (MMA) – realizou consultas entre 1998 e 2000 para a definição de Áreas Prioritárias para Conservação (APCs), uso sustentável e repartição de benefícios da biodiversidade nos diferentes biomas do país (MMA, 2007). Como resultado, em 2004 foram definidas 900 áreas prioritárias. As APCs devem ser consideradas no licenciamento de empreendimentos, no direcionamento de pesquisas e estudos sobre a biodiversidade, e na orientação de políticas públicas (GANEM *et al.*, 2008). Para efeitos da discussão sobre certificação dos biocombustíveis, as APCs podem ser consideradas complementares, auxiliares na identificação e em alguns casos substituir às HCVs (ver Capítulo 4).

Reconhecendo o contínuo avanço do conhecimento, também em 2004 foi decidida a atualização da lista de APCs em prazo não superior a 10 anos. Os resultados aqui apresentados são aqueles publicados em 2007; essa atualização foi definida pela Portaria MMA09, de 23 de Janeiro de 2007. Nova revisão foi feita recentemente, mas seus resultados ainda não estão disponíveis.

De acordo com o MMA (2007), a definição das APCs é feita com incorporação dos princípios de planejamento sistemático e de seus critérios básicos. O procedimento metodológico empregado pelo MMA é o mesmo apresentado como ideal pelo WWF (2013), que é identificado como Planejamento Sistemático da Conservação da biodiversidade (PSC). O PSC permite definir os objetos de conservação que são relevantes (ou seja, espécies, ecossistemas, processos ecológicos, etc.) e quais as metas, ou áreas mínimas necessárias, para que os resultados não sejam transitórios. Na identificação das APCs também devem ser considerados objetivos tais como a proteção de uma amostra representativa da biodiversidade regional, a consideração de possíveis conflitos de uso da terra, e a identificação de uma solução que apresente a melhor relação custo e benefício (WWF, 2013).

Ainda segundo o MMA (2007), o processo é participativo e busca-se o consenso. Os insumos, metodologia de discussão e critérios de definição de áreas variam ligeiramente entre cada bioma. De maneira geral, a definição das áreas mais importantes está baseada nas informações disponíveis sobre biodiversidade e pressão antrópica, e na experiência dos pesquisadores participantes dos seminários de cada bioma.

O grau de prioridade de cada área é definido por sua riqueza biológica, importância para as comunidades tradicionais e povos indígenas, e sua vulnerabilidade. As áreas identificadas são classificadas de acordo com seu grau de importância para a biodiversidade (importância biológica alta, muito alta e extremamente alta) e com a urgência de implementação das ações sugeridas.

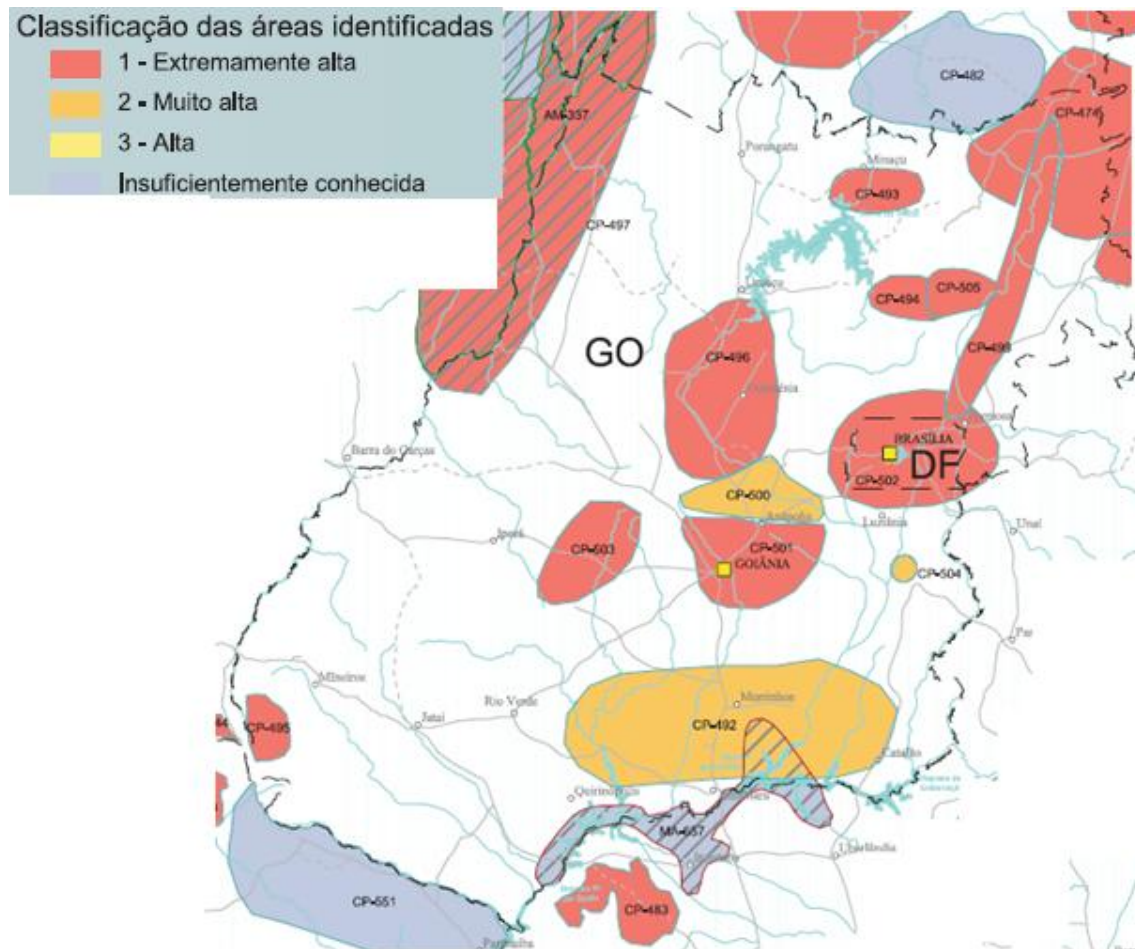
Na avaliação feita em 2007, todas as novas áreas indicadas que sobrepujam áreas já protegidas foram parcial ou totalmente eliminadas. Entre as áreas já protegidas, terras indígenas foram sempre consideradas soberanas e mantidas intactas. Quando de sobreposições com Unidades de Conservação já estabelecidas, foram mantidas prioritariamente aquelas de Proteção Integral (MMA, 2007).

Em 2007 foram indicadas 431 áreas prioritárias no Cerrado, sendo 181 áreas já protegidas e 250 áreas novas, o que representou um incremento substancial em relação às 68 áreas propostas em 2000 (de 686,7 para 939,8 km²) (MMA, 2007). Segundo Ganem *et al.* (2008), 47,5% do bioma foi classificado como APC. Como áreas de importância extremamente alta do ponto de vista biológico foram classificadas 237 áreas (quase 490 mil km²; houve aumento de 14% em relação ao levantamento anterior) (MMA, 2007). A recomendação do estudo de 2007 é que 710 mil km² sejam protegidos de alguma forma (como Unidades de Conservação – integral, de uso sustentável ou sem definição à época – ou como corredores ecológicos) (169 mil km² já eram áreas protegidas naquele ano), totalizando 35% do bioma. Se fossem seguidas as recomendações, 9% do bioma seriam protegidos como UCs de proteção integral, quando apenas 2,2% assim estavam classificados em 2007 (MMA, 2007).

No caso da Mata Atlântica, o resultado final da atualização das áreas prioritárias em 2007 indicou 880 áreas distribuídas em 428,4 km² (117 áreas na avaliação anterior, totalizando 380,5 km²). Como áreas de importância extremamente alta do ponto de vista biológico foram classificadas

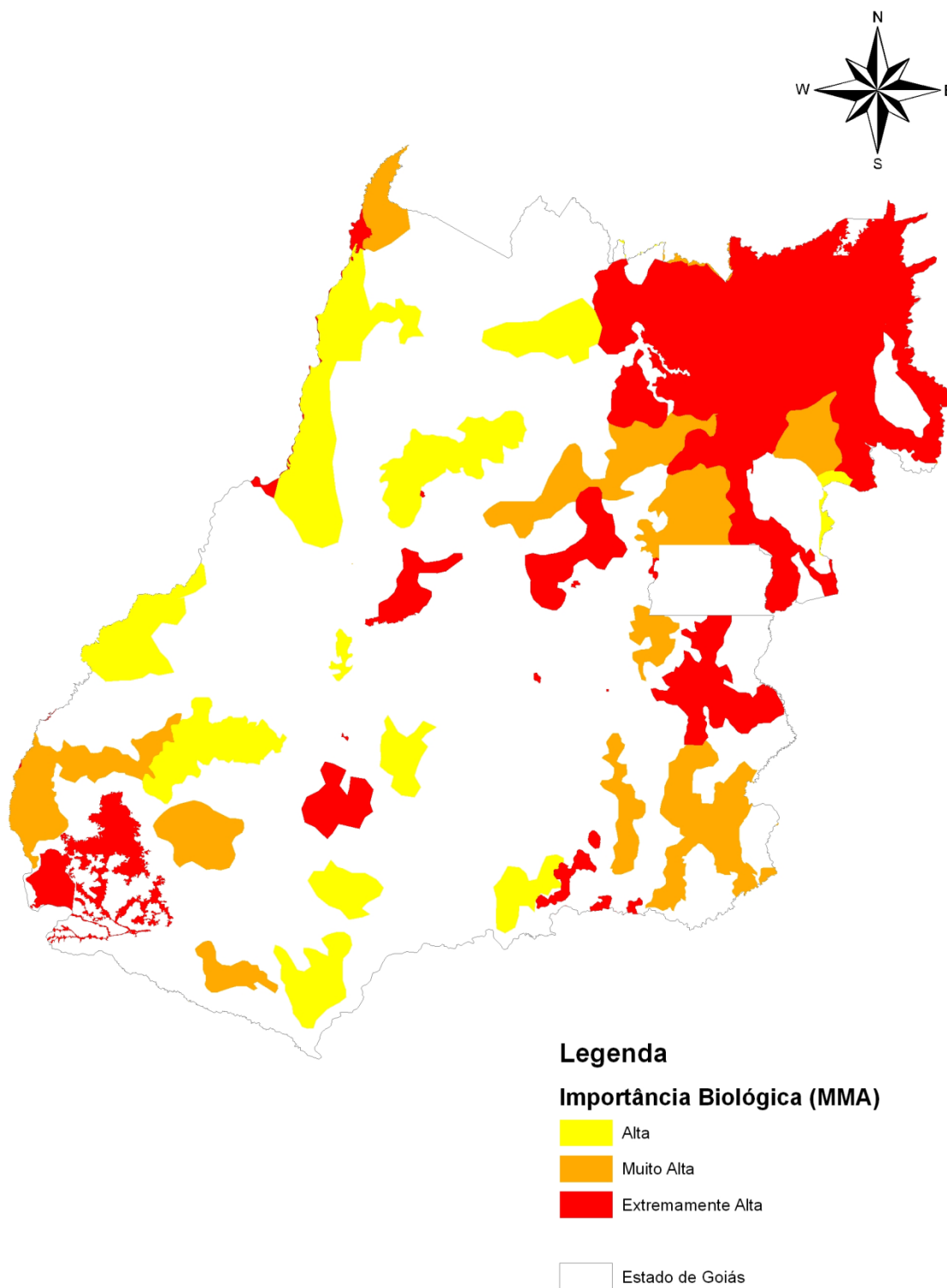
423 áreas (quase 236 mil km², mas com redução de 8% em relação ao levantamento anterior) (MMA, 2007).

Como ilustração, na Figura 3.5 são apresentadas as áreas definidas como de importância biológica para a conservação no estado de Goiás em 1998-2000. Esse mapa deve ser comparado com o que é apresentado na Figura 3.6, que ilustra os resultados do estudo publicado em 2007. Aparentemente, a definição de áreas em 2007 foi mais cuidadosa e há diferenças significativas em relação ao estudo anterior. Parte desse resultado pode ser atribuído ao maior conhecimento existente quando da revisão e parte, possivelmente, à maior ambição do ponto de vista da conservação. Para que se tenha clara noção de como tem evoluído o conhecimento e quais são as tendências políticas, é preciso comparar o resultado de 2007 com a atualização que está em andamento e, mais a frente, verificar quanto das UCs de proteção integral têm sido implementadas.



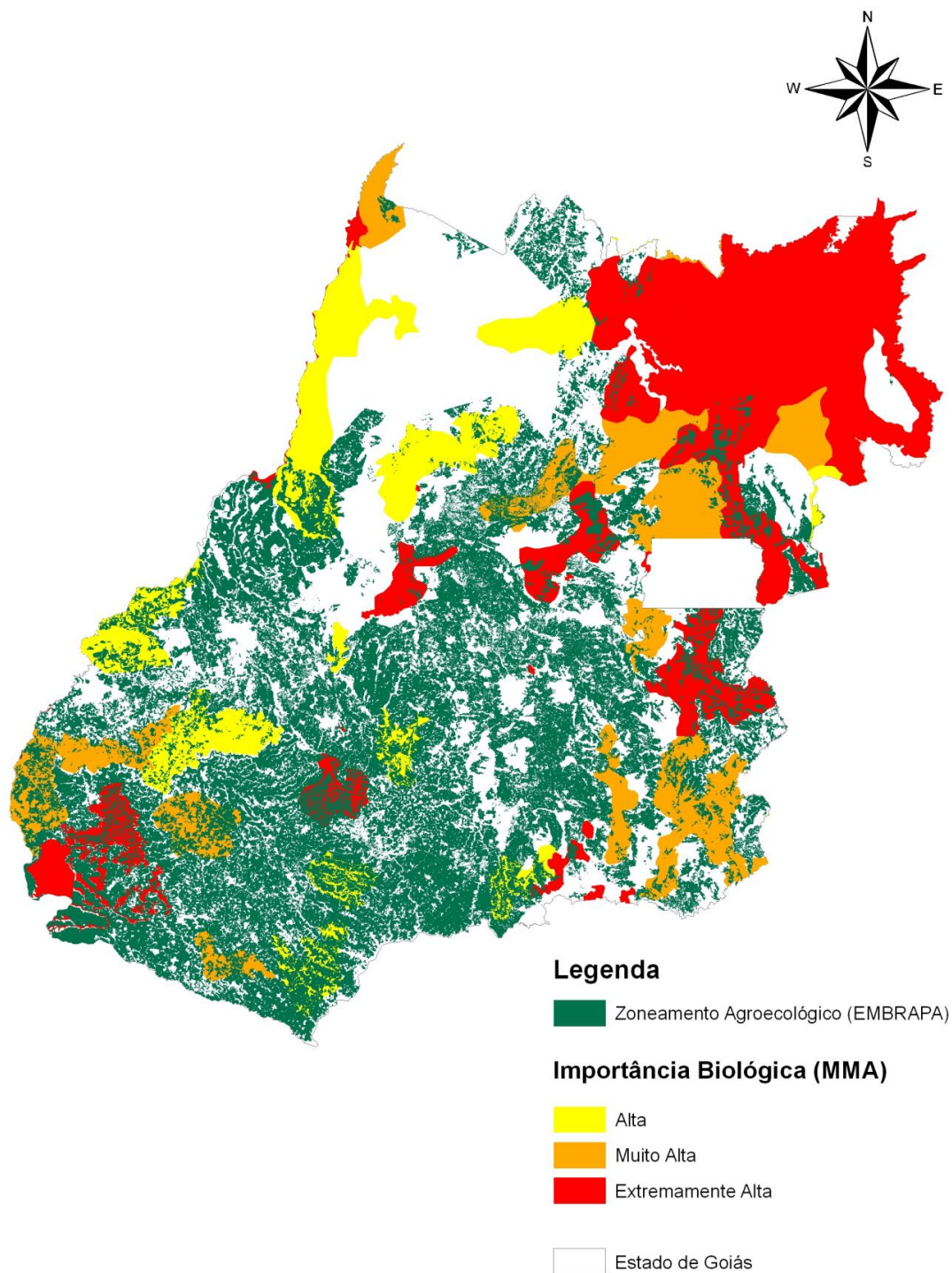
Fonte: MMA (2003)

Figura 3.5: Áreas Prioritárias de Conservação de acordo com a importância biológica no estado de Goiás, em 1998-2000



Fonte: Duft (2013)

Figura 3.6: Áreas Prioritárias de Conservação indicadas em 2007, de acordo com a importância biológica no estado de Goiás



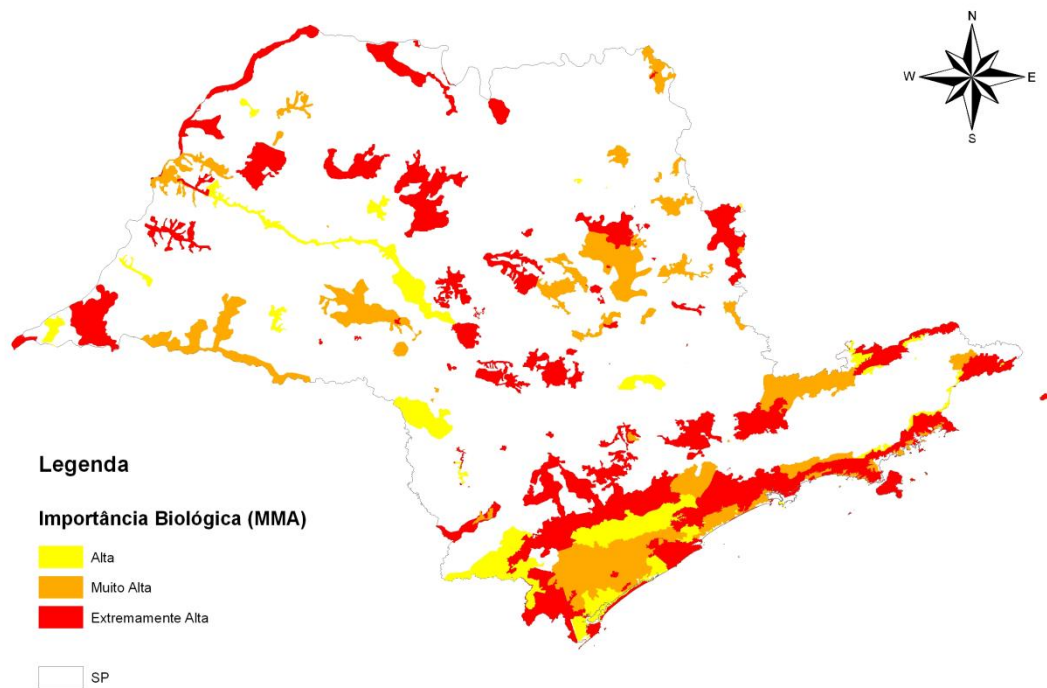
Fonte: Duft (2013)

Figura 3.7: Combinação das APCs indicadas em 2007 e áreas consideradas adequadas ao plantio de cana, segundo o ZAE, no estado de Goiás

Na Figura 3.7, ainda para o estado de Goiás, a localização das APCs indicadas em 2007 é comparada com as áreas consideradas adequadas para o plantio de cana, de acordo com o ZAE (marcadas em verde).

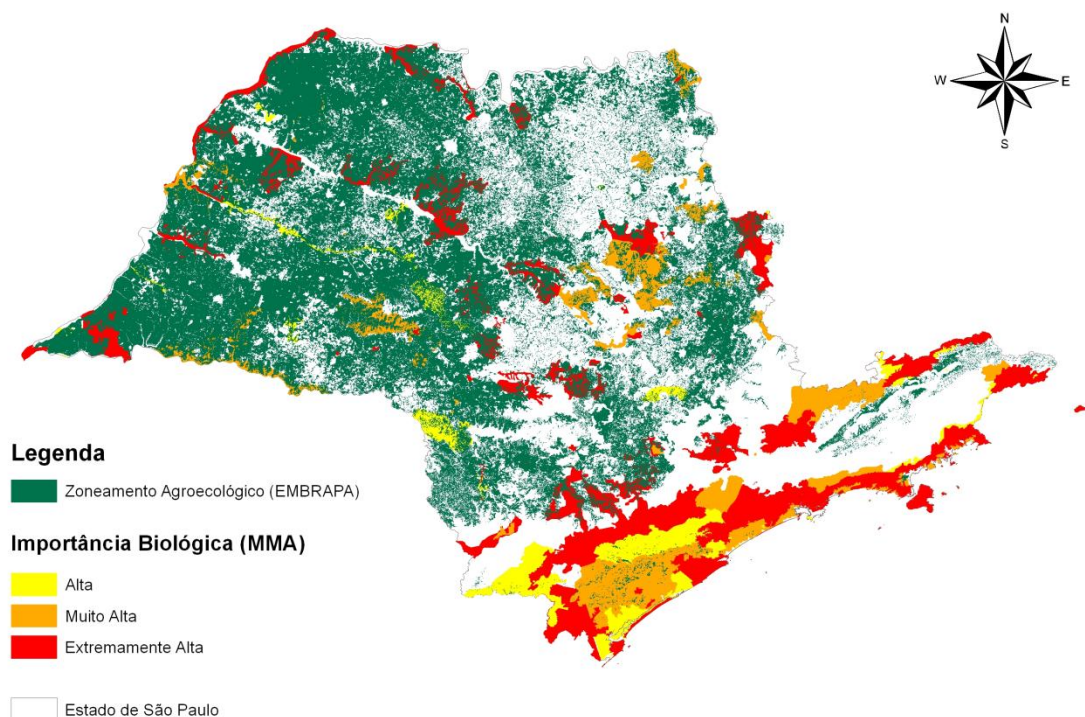
Na Figura 3.7, chama atenção a superposição de áreas anteriormente consideradas como APCs, por sua importância biológica, e os resultados de adequação do ZAE. É evidente que no Zoneamento não foram consideradas as APCs que à época não eram Unidades de Conservação oficialmente instituídas. Mesmo que o resultado das APCs de 2007 tenha sido muito ambicioso, do ponto de vista da conservação da biodiversidade a expansão da cana em áreas de importância biológica é um problema potencial, que ainda precisa ser adequadamente avaliado.

Nas Figuras 3.8 e 3.9 são apresentadas figuras similares para o estado de São Paulo. Primeiro, nota-se que a extensão das APCs em São Paulo é proporcionalmente menor, em função do estágio antrópico mais avançado. Segundo, nota-se a mesma tendência de superposição, sobretudo na região oeste do estado, na qual a expansão do cultivo de cana já tem ocorrido e é mais provável. Por outro lado, pela inadequação ao cultivo da cana, não há risco eminente de sua expansão nas APCs ao sul e no litoral do estado.



Fonte: Duft (2013)

Figura 3.8: Áreas Prioritárias de Conservação indicadas em 2007, de acordo com a importância biológica no estado de São Paulo



Fonte: Duft (2013)

Figura 3.9: Combinação das APCs indicadas em 2007 e áreas consideradas adequadas ao plantio de cana, segundo o ZAE, no estado de São Paulo

3.4.3 Novo Código Florestal

O Código Florestal é a lei que regula o uso privado da terra, bem como a necessidade de manutenção de vegetação nativa e o uso de florestas e de outras formas de vegetação nativa. O texto do Novo Código Florestal corresponde à lei 12.651, de 25/05/2012 (LEI 12.651, 2012); em 17/10/2012 a lei 12.727 foi sancionada, e o Código entrou em vigor. A primeira versão do Código era de 1934, e havia sofrido emendas em 1965. O Novo Código é o resultado de um longo processo, que começou em 1999, e que se desenvolveu com grande controvérsia e muitas disputas políticas.

Houve vetos da Presidente Dilma Rousseff em relação ao texto que havia sido aprovado no Congresso no início de 2012: nove artigos foram vetados, enquanto a alteração de 32 artigos foi aprovada. Apesar de polêmicos, alguns aspectos do texto proposto pelo Congresso foram mantidos; entre eles, talvez, o mais polêmico seja a anistia a quem desmatou ilegalmente até meados (22 de Julho) de 2008 (BRASIL, 2013). De acordo com o Novo Código, as áreas desmatadas ilegalmente depois de Julho de 2008 precisam ser recuperadas em até dois anos após a sanção da lei. Para áreas desmatadas ilegalmente antes de Julho de 2008, mecanismos de compensação são possíveis.

De uma forma geral, os vetos ao texto aprovado pelo Congresso melhoraram a versão proposta, mas é evidente que houve um retrocesso ambiental em relação à versão anterior do Código. Claramente, com a nova versão houve redução das áreas que devem ser preservadas como Reserva Legal (RL) e Área de Proteção Permanente (APP) (SPAROVEK, 2013). Em princípio, do ponto de vista da preservação da biodiversidade havia base científica para o que era definido na versão anterior (METZGER, 2010) e, portanto, não foi essa a razão para a alteração. Por outro lado, é preciso lembrar que o Código anterior era antigo, e desde muito tempo não vinha sendo plenamente cumprido. Na prática, com as limitações de controle do poder público não havia garantia de que o cumprimento da lei seria possível. Uma das justificativas da mudança foi exatamente a situação ilegal de parte considerável dos produtores rurais.

Logo após a aprovação do novo Código, a WWF avaliou que os níveis de proteção de matas ciliares, reservas legais, topos de morro, encostas e mangues são agora inferiores aos da legislação anterior (REVISTA ECOLÓGICO, 2012). Outra crítica feita pela ONG é de que, com a anistia, a mensagem dada à sociedade foi negativa. Essa também é a opinião do Comitê Brasil em Defesa das Florestas e do Desenvolvimento Sustentável, que reúne 163 entidades (REDE GESTÃO SUSTENTÁVEL, 2013).

A maior parte da sociedade civil, incluindo a WWF, considera vital que o processo de adequação ao código florestal seja implementado e o primeiro passo desse processo é o registro junto ao CAR.

Na nova versão do Código há um dispositivo (o Cadastro Ambiental Rural – CAR) que obriga que todos os estabelecimentos rurais (são mais de cinco milhões no país) sejam registrados em um período de dois anos. O CAR é um sistema de registro eletrônico, de âmbito nacional, obrigatório para todos os imóveis rurais; a finalidade é integrar as informações ambientais das propriedades, compondo base de dados para controle, monitoramento, planejamento ambiental e econômico, bem como combate ao desmatamento (LEI 12.651, 2012). As áreas destinadas ao cumprimento de RL e APP, por exemplo, precisam ser registradas no CAR.

Com o objetivo de que os compromissos sejam cumpridos, e que não haja retrocessos legais, em meados de 2013 foi criado um “observatório” do Código Florestal. Seus objetivos específicos foram definidos no acompanhamento da implantação da lei, na disseminação de informações e no fomento ao debate. A iniciativa é de sete entidades civis²¹, mas a participação de outras organizações foi declarada aberta (ISA, 2013). A criação do Observatório é um indício de mobilização da sociedade mas, também, um indício de que há dúvidas sobre o efetivo cumprimento do que é definido na lei.

Claro que é fundamental que o Novo Código Florestal seja cumprido em todo o país e, sobretudo, nas áreas de produção de cana de açúcar. Mesmo antes da aprovação do Novo Código,

²¹ O Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia (IPAM), a SOS Mata Atlântica, o Instituto Centro de Vida (ICV), a The Nature Conservancy Brasil (TNC), a Conservação Internacional (CI), o Instituto Socioambiental e a WWF-Brasil.

observava-se uma tendência de contínuo esforço para seu cumprimento em algumas regiões do país, tanto como resultado da pressão do Ministério Público quanto para a minimização dos passivos ambientais para tornar possível a certificação (RODRIGUES *et al.*, 2011). Também deve ser destacado que a ilegalidade impossibilita o acesso a recursos do sistema público de financiamento. Com a redução das exigências, e os menores custos para a regeneração e a compensação (SPAROVEK, 2013), as perspectivas de cumprimento do Novo Código são mais otimistas.

A seguir é feita síntese dos aspectos do Novo Código Florestal que são considerados relevantes pela autora para o setor canavieiro (em áreas tradicionais e de expansão), especialmente quanto aos riscos à biodiversidade (LEI 12.651, 2012).

Área de Preservação Permanente – As APPs são áreas protegidas com a função ambiental de: (1) preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, (2) facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, (3) proteger o solo e (4) assegurar o bem-estar das populações humanas. Essas áreas podem ser cobertas ou não por vegetação nativa.

De acordo com o Código Florestal, são consideradas APPs as zonas rurais ou urbanas com as seguintes características:

- Faixas marginais de qualquer curso d'água natural, em extensão que varia de 30 metros (para cursos d'água com menos de 10 metros de largura) a até 500 metros (para cursos com largura superior a 600 metros)²²;
- Áreas no entorno dos lagos e lagoas naturais (100 metros é o valor de referência em zonas rurais);
- Áreas no entorno dos reservatórios artificiais;
- Áreas no entorno de nascentes e dos olhos d'água (raio mínimo de 50 metros);
- Encostas ou terrenos com declividade superior a 45°;
- Restingas fixadoras de dunas ou estabilizadoras de mangues;
- Manguezais em toda sua extensão;
- Bordas de tabuleiros ou chapadas;
- Topos de morros, montes, montanhas e serras (especificidades devem ser observadas);
- Áreas com altitude superior a 1.800 metros;
- Veredas.

²² Para pequenas propriedades, no Novo Código a faixa da cobertura vegetal não depende da largura do rio, mas sim do tamanho da propriedade (varia de 5 a 15 m), e em alguns casos essa pode chegar a 100 metros (BRASIL, 2013).

Em APP a vegetação deve ser mantida pelo proprietário ou ocupante e, em caso de sua remoção, é obrigatória a recomposição. A remoção só é permitida em situações de utilidade pública, de interesse social ou de baixo impacto ambiental.

Segundo Sparovek (2013), no que diz respeito às APPs havia um passivo de aproximadamente 40 Mha pelo não cumprimento do antigo Código Florestal. Com as anistias e as novas regulações, o passivo com o Novo Código é estimado em 10 Mha. Portanto, a disponibilidade de terras para agricultura e pecuária deve ser reduzida nesse valor com a completa observância da nova legislação (em outras palavras, aproximadamente 30 Mha se tornaram legalmente aptos para atividades econômicas).

Reserva Legal – São áreas localizadas no interior de uma propriedade rural, com a função de: (1) assegurar o uso sustentável dos recursos naturais, (2) auxiliar a conservação e a reabilitação dos processos ecológicos, (3) promover a conservação da biodiversidade, e (4) promover abrigo e a proteção de fauna silvestre e da flora nativa. As áreas de RL foram inicialmente concebidas como reservas de exploração florestal mas, na prática, são hoje elementos da paisagem que promovem ou auxiliam a conservação da biodiversidade (METZGER, 2010). Para o cumprimento da lei, toda propriedade rural deve manter área com cobertura vegetal nativa, adicional ao que é requerido como APP²³, observados os percentuais mínimos mencionados abaixo:

- 80%, nos imóveis situados em áreas de florestas na Amazônia Legal;
- 35%, nos imóveis situados em área de cerrado na Amazônia Legal;
- 20%, nos imóveis situados em áreas de campos gerais, na Amazônia Legal;
- 20%, nos imóveis situados nas demais regiões do país.

A área de Reserva Legal deve ser registrada por meio do CAR. A localização da área de Reserva Legal deve ser definida em função dos critérios abaixo:

- Plano de bacia hidrográfica;
- Zoneamento Ecológico-Econômico;
- Necessidade de corredores ecológicos interligando outras RLs, APPs, Unidades de Conservação ou outras áreas legalmente protegidas;
- Áreas de maior importância para conservação de biodiversidade;
- Áreas de maior fragilidade ambiental.

²³ De acordo com um dos artigos (o 15º) há possibilidade de consideração das APPs no cálculo do percentual de RL em casos específicos: (1) quando não implique conversão de novas áreas para uso econômico do solo, (2) quando a área esteja conservada ou em processo de recuperação, (3) quando tenha sido seguido o procedimento que corresponde ao Cadastro Ambiental Rural – CAR.

A Reserva Legal pode ser criada em regime de condomínio entre propriedades rurais. Outra possível flexibilização é que o proprietário que tiver área excedente em relação ao mínimo exigido poderá utilizá-la de acordo com os instrumentos previstos na Lei, tais como Cota de Reserva Ambiental (CRA) e área de servidão ambiental²⁴.

A exploração da RL para fins comerciais é possível, desde que em regime de manejo sustentável. Nesse caso, planos de manejo devem ser apresentados e aprovados por órgãos competentes. É requerido que o manejo não descaracterize a cobertura vegetal nativa, assegure a diversidade de espécies, e favoreça a regeneração de espécies nativas. Em pequenas propriedades, o plano de manejo e os processos de análise e aprovação devem ser simplificados.

Em áreas de RL desmatadas irregularmente após meados de 2008, a recomposição deve ser iniciada em até dois anos após a publicação da lei. A recomposição é compulsória e deve ocorrer sem prejuízo das sanções cabíveis. Nessas áreas, as atividades deveriam ter sido suspensas logo após a publicação da lei.

O proprietário que tinha área de RL inferior ao estabelecido quando da publicação da lei, em 2012, poderá regularizar sua situação através das alternativas abaixo descritas. Essas alternativas podem ser adotadas isoladamente ou em conjunto:

- Recompor a vegetação nativa da área;
- Compensar a RL;
- Permitir a regeneração natural da vegetação na área de RL.

A recomposição deverá atender critérios definidos pelo órgão competente do Sistema Nacional de Meio Ambiente (SISNAMA) e ser concluída em até vinte anos. A recomposição também pode ser feita pelo plantio intercalado de espécies nativas e exóticas, sendo que a cobertura com espécies exóticas não pode exceder 50% da área recuperada. A exploração econômica da área recuperada é possível.

A compensação exige registro no CAR e o cumprimento adicional das seguintes condições: (1) aquisição de Cota de Reserva Ambiental (CRA), (2) arrendamento de área, (3) doação ao poder público de área localizada no interior de Unidade de Conservação, e (4) cadastramento de área equivalente, desde que localizada no mesmo bioma (se em outro estado, deve ser área

²⁴ Cota de Reserva Ambiental é uma área com vegetação natural nativa, ou em processo de recuperação. Cada CRA é igual a um hectare. Entre as alternativas definidas na lei, a CRA pode corresponder à área de RL que excede os percentuais exigidos. No caso, o proprietário precisa fazer solicitação, incluir o imóvel no CAR e exige-se laudo comprobatório.

Servidão ambiental é um mecanismo de limitação do uso da terra por parte de seu proprietário, que renuncia definitivamente ou temporariamente ao direito de uso e, em troca, recebe incentivos tributários e facilidades para obtenção de recursos para investir em áreas de proteção.

identificada como prioritária²⁵). A compensação deve ser feita em até cinco anos, após o registro no CAR.

Casos específicos, que correspondem à exceções do que é previsto na lei, são descritos abaixo:

- Imóveis rurais com área de até quatro módulos fiscais (entende-se imóveis de pequeno porte), que tinham vegetação nativa inferior ao previsto pela lei em vigor em Julho de 2008, são dispensados de promover a recomposição, compensação ou regeneração de RL para os percentuais exigidos na nova versão do Código;
- O mesmo para os proprietários rurais que realizaram remoção da vegetação nativa respeitando os percentuais de RL previstos pela legislação em vigor à época. Ou seja, imóveis antigos que hoje têm baixos percentuais de RL, mas que desmataram respaldados pela lei então em vigor, não precisam adotar qualquer ação reparatória.
- A APP poderá ser computada como parte da RL desde que esteja conservada ou em processo de restauração.

Em resumo, as ações para superação da não conformidade em relação ao que é previsto quanto a RL na nova versão do Código implicam a necessidade de restauração (no local) da cobertura vegetal nativa, a restauração combinada de vegetação nativa e uso de espécies exóticas (por exemplo, eucaliptos) para exploração econômica²⁶, ou a compensação (em outras áreas, e mesmo fora do estado) (SPAROVEK, 2013).

Segundo Sparovek (2013), a respeito da RL havia um passivo de aproximadamente 40 Mha pelo não cumprimento do antigo Código Florestal. No âmbito do Novo Código o impacto do ponto de vista da disponibilidade de terras para agricultura e pecuária é incerto, pois não se sabe por qual mecanismo de recuperação/compensação os proprietários devem optar.

Ainda de acordo com Sparovek (2013), o maior passivo relativo às RLs é em propriedades agrícolas antigas na Região Sudeste, e deve-se imaginar que fração significativa seja em propriedades produtoras de cana. Em áreas nas quais o preço da terra é alto, e a condições edafoclimáticas muito adequadas para a cultura agrícola, é de se imaginar que a opção preferencial seja a compensação em outras áreas, mas no mesmo bioma. Assim, do ponto de vista da conservação da biodiversidade nos locais de produção de cana, tal alternativa não trará benefícios, mas tampouco representará piora em relação à situação atual.

Cadastro Ambiental Rural – o CAR é um sistema de registro eletrônico, de cumprimento obrigatório, para todos os imóveis rurais. Com sua criação, o objetivo é integrar as informações

²⁵ Áreas prioritárias devem ser as que permitem a recuperação de bacias hidrográficas, a criação de corredores ecológicos, a conservação de grandes áreas protegidas e a conservação ou recuperação de ecossistemas ou espécies ameaçados.

²⁶ Tal alternativa foi criticada por Metzger (2010) na fase de discussão sobre o Novo Código: “em regiões do Brasil onde a vegetação nativa já está consideravelmente reduzida e fragmentada, RLs formadas por sistemas que intercalam espécies plantadas de interesse econômico com espécies nativas teriam reduzido valor conservacionista”.

que podem viabilizar o controle, o monitoramento, o planejamento ambiental e o controle ao desmatamento. No CAR devem ser informadas as áreas remanescentes com vegetação nativa, a localização das APPs e das áreas de RL. Quando implantada uma propriedade rural, o CAR deve ser realizado no prazo de um ano.

Há críticas ao CAR em função das indefinições do procedimento, e das metas ambiciosas de cadastramento de grande número de propriedades em pouco. Por outro lado, desde que o sistema seja criado e bem mantido, a base de dados resultante será de grande valia para o monitoramento e a definição de políticas públicas.

Capítulo 4 – Esquemas de Certificação dos Biocombustíveis

4.1 Introdução

Esquemas de certificação são apenas uma das opções para que se possa reduzir os impactos negativos da produção de biocombustíveis e, por várias razões, têm sido considerados adequados para o desenvolvimento de bioenergia sustentável (GOOVAERTS *et al.*, 2013).

Neste capítulo o objetivo é analisar a evolução e a abrangência dos esquemas de certificação de biocombustíveis e, mais especificamente, analisar como a biodiversidade tem sido tratada nos principais esquemas existentes. Para isso, parte-se de uma análise da crescente importância dos esquemas de certificação de produtos diversos, em diferentes mercados, e segue-se com a análise dos fatores que levaram à necessidade de certificação dos biocombustíveis, como os principais esquemas foram desenvolvidos e quais os aspectos neles abordados. Para alcançar o objetivo específico, é feita a análise de princípios, critérios e indicadores relativos à biodiversidade de alguns esquemas de certificação de biocombustíveis e, para efeito de comparação, dos principais esquemas de certificação de produtos florestais e alimentos. Ao final, aborda-se como a certificação de biocombustíveis tem evoluído no Brasil. Conclui-se com a análise específica de se os esquemas de certificação de biocombustíveis podem minimizar impactos sobre a biodiversidade decorrentes da produção de etanol de cana de açúcar, no Brasil.

4.2 Evolução da Certificação de Produtos e Processos

Em geral, normas/padrões públicos (“public standards”) dão direcionamento para que os principais “stakeholders” (produtores, exportadores, grandes consumidores, etc.) definam normas privadas (“private standards”) adequadas. Normas públicas são determinadas pelos governos ou órgãos intergovernamentais, e definem requisitos de segurança do produto, segurança alimentar, proteção ambiental, entre outros. Já as normas privadas são desenvolvidas por entidades privadas e estão cada vez mais alinhadas as normas públicas. Por outro lado, os requisitos das normas públicas vêm sendo influenciados por normas privadas (ITC, 2011).

A certificação deve ser um selo independente que comprova que um produto, esquema ou serviço satisfaz um determinado padrão. Ela se tornou uma ferramenta importante para empresas mostrarem sua performance de sustentabilidade, facilitando acesso a mercados e recursos financeiros, e possibilitando a identificação de diferenças entre produtores. A Tabela 4.1 mostra os interesses e motivações de diferentes grupos de “stakeholders” em relação à certificação (em geral, não especificamente relacionado a biocombustíveis).

Tabela 4.1: Motivação de diferentes “stakeholders” para a certificação

| Stakeholder | Por que certificações? |
|---|---|
| Governos Nacionais e Organizações transnacionais | (1) Instrumentos para promover manejo sustentável e padrão de consumo sustentável (2) Fornecer informação para formadores de política |
| Organizações intergovernamentais | (1) Referência para negociação entre diferentes stakeholders |
| Produtores, comerciantes e usuários | (1) Instrumentos para marketing ambiental, gestão de risco e acesso ao mercado (2) Instrumentos para controle da origem e qualidade da matéria-prima (3) Instrumentos para diferenciação de produtos e para alcançar preços mais altos |
| ONGs | (1) Fornecer informação sobre o impacto dos produtos (2) Fornecer informação sobre o cumprimento de normas técnicas e de qualidade (3) Instrumentos que promovam gestão/manejo sustentável (4) Instrumentos para disseminar informação e educar o mercado consumidor |
| Organismos internacionais | (1) Instrumentos que promovam gestão/manejo sustentável (2) Informação para consultores de políticas |
| Certificadores e auditores | (1) Oportunidades de negócios |

Fonte: Baseado em van Dam *et al.* (2008), Lewandowski e Faaij (2005)

Atualmente, existem esquemas de certificação de sustentabilidade para uma vasta gama de produtos e serviços. De acordo com o Ecolabel Index, em Fevereiro de 2013 existiam 435 selos que podiam ser aplicados em 25 setores econômicos e usados em quase 200 países (GOLDEN *et al.*, 2010). A Rotulagem Ambiental -“Ecolabeling” – é uma metodologia voluntária de certificação e rotulagem de desempenho ambiental de produtos ou serviços que vem sendo praticada ao redor do mundo (ABNT, 2013). Um Rótulo Ecológico (Selo Verde) identifica um produto que atinge determinados critérios de performance ambiental e é desenvolvido por fabricantes, governos e organizações de terceira parte (organizações independentes) (GOLDEN *et al.*, 2010).

Essa lista da Ecolabel Index está incompleta, já que alguns dos esquemas de certificação de biocombustíveis não constam dela. Mesmo que incompleta, a lista mostra o crescente número desses selos e de normas. Um estudo do World Resources Institute, de 2010, mostrou que apenas 21% dos selos existem por mais de 15 anos, e 30% existem por menos de 5 anos. Foi estimado que esses selos não tinham quase nenhuma penetração no mercado até 2004 (GOLDEN *et al.*, 2010).

As normas são o cerne dos esquemas de certificação e são definidas por um conjunto de princípios sociais, econômicos, ambientais e ecológicos. Esquemas de certificação incluem princípios, critérios e indicadores cujo cumprimento deve ser verificado (GOOVAERTS *et al.*, 2013).

Os esquemas de certificação de alimentos e produtos florestais estão entre os mais antigos sendo, portanto, importantes referências para esquemas de certificação de sustentabilidade aplicáveis a biocombustíveis. A demanda por selos verdes em produtos agrícolas cresceu devido a preocupações devido ao uso de pesticidas e potenciais efeitos nocivos do seu consumo. Ao longo dos anos o escopo dessas certificações aumentou, deixando de ser focado somente em questões de saúde para abranger crescentes preocupações do consumidor com desmatamento, biodiversidade e trabalho justo (GOLDEN *et al.*, 2010).

Alguns desses esquemas foram originalmente desenvolvidos para informar aos consumidores sobre como o alimento é produzido. Ressaltam a adoção de boas práticas para minimizar impactos negativos, o uso de insumos químicos e asseguram uma abordagem mais responsável a respeito da saúde e da segurança do trabalhador (GOOVAERTS *et al.*, 2013).

Dois importantes esquemas com esse foco são o SAN (*Sustainable Agriculture Network* ou, em Português: Rede de Agricultura Sustentável), da Rainforest Alliance, e o Global G.A.P. (*Good Agricultural Practices* ou, em Português: Boas Práticas Agrícolas). O SAN é uma coalizão de grupos independentes de conservação que promovem a sustentabilidade social e ambiental da produção. O Global G.A.P. certifica o uso de boas práticas agrícolas em todo o ciclo de produção, ou seja, desde antes do plantio da semente até o produto sair da fazenda (VAN DAM *et al.*, 2008).

Outros esquemas de certificação têm foco em cultivos que podem ser usados como alimento ou ração, e alguns foram recentemente adaptados para produção de biocombustíveis. Os exemplos mais importantes são o RTRS (*Round Table on Sustainable Soy*), o RSPO (*Roundtable on Responsible Palm Oil*) e o Bonsucro (antigo BSI – *Better Sugarcane Initiative* – que cobre produtos da cana de açúcar).

No caso de produtos florestais, a sensibilização pública em relação ao desmatamento e ao comércio de madeira motivou as primeiras iniciativas de certificação de manejo florestal na década de 1980. O primeiro esquema de certificação criado foi o FSC – *Forest Stewardship Council* – em 1993, que é um esquema global, e que se consolidou quando a indústria percebeu o maior valor da madeira e de produtos do papel provenientes de florestas que tinham manejo ambiental e social aceitável (NUSSBAUM, SIMULA, 2005). Através do FSC é possível certificar manejo florestal e cadeia de custódia (que é o caminho percorrido pela matéria-prima, desde a floresta até o consumidor). Outro esquema de certificação florestal importante é o PEFC (*Programme for the Endorsement of Forest Certification* ou, em Português: Programa para Endosso de Esquemas de Certificação de Florestas), que tem o objetivo de endossar esquemas nacionais já existentes (VAN DAM *et al.*, 2008). Ambos os esquemas certificam produtos florestais que não são concebidos para bioenergia.

Apesar de esquemas de certificação terem sido adaptados para biocombustíveis, existem outros criados especificamente para esses produtos, tais como: ISCC (*International Sustainability & Carbon Certification*) e o RSB (*Roundtable on Sustainable Biomaterials*). Esses esquemas

cobrem vários tipos de matéria-prima.

Também existem esquemas específicos para bioenergia e biomassa sólida, que foram desenvolvidos principalmente para cumprir a legislação e a demanda de consumidores, principalmente de grandes usuários de pellets de madeira. Os dois pioneiros são o GGL (Green Gold Label) e o Laborlec. São esquemas de certificação de cadeia de custódia – no qual se certifica a cadeia de suprimentos inteira –, devido à natureza da cadeia de fornecimento de pellets, e que reconhecem outros esquemas, como FSC e PEFC, de agentes já certificados da cadeia (GOOVAERTS *et al.*, 2013).

4.3 Iniciativas de Sustentabilidade e Certificação de Biocombustíveis

4.3.1 Histórico

Sustentabilidade tem sido reconhecida como um aspecto essencial para a consolidação de mercados internacionais de biocombustíveis. Até agora, as principais motivações vieram de ações específicas da União Europeia e dos Estados Unidos. Nos Estados Unidos, devido a iniciativas na Califórnia²⁷ e iniciativas em nível Federal²⁸, o foco tem sido somente reduzir emissões de GEE dos combustíveis fósseis, enquanto a Diretiva de Energia Renovável da União Europeia (EU-RED) também trata²⁹ de potenciais impactos na biodiversidade, recursos hídricos, fornecimento de alimentos, além de aspectos sociais (e.g. respeito aos direitos humanos, do trabalhador e de uso da terra).

Essas iniciativas, principalmente a iniciativa Europeia, motivaram a proposição e desenvolvimento de esquemas de certificação, uma vez que o cumprimento de princípios e critérios de sustentabilidade precisa ser certificado por auditores independentes.

A EU-RED tem amplo escopo. Em 2009 foram introduzidos critérios de sustentabilidade para biocombustíveis e biolíquidos no âmbito da Diretiva para Energia Renovável e Diretiva para Qualidade de Combustíveis. Os critérios são aplicáveis tanto a biocombustíveis produzidos na EU quanto exportados para a EU. Os agentes econômicos, em ambos os casos, podem utilizar esquemas voluntários reconhecidos para comprovar conformidade com alguns ou com todos os critérios de sustentabilidade (NL AGENCY, 2011).

A Diretiva para Energias Renováveis (2009/28/EG) determina quais requisitos devem ser cumpridos na produção de biomassa, visando minimizar possíveis impactos negativos. Estados Membros também definiram regulações específicas; assim, na Alemanha é preciso, desde 1º de

²⁷ A regulamentação foi definida pela California Air Resources Board – CARB, no contexto do Padrão de Combustível de Baixa Emissão de Carbono (Low Carbon Fuel Standard - LCFS).

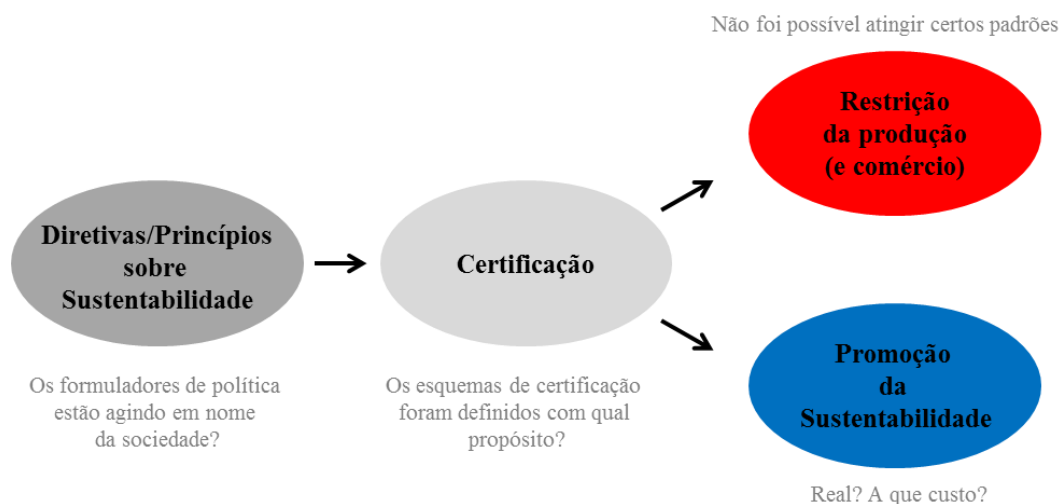
²⁸ A regulamentação foi definida pela Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (Environmental Protection Agency – EPA), sob o programa Renewable Fuel Standard (RFS).

²⁹ Mas com diferentes níveis de exigência.

janeiro de 2011, respeitar o novo regulamento para sustentabilidade na produção de biocombustíveis e de biomassa líquida.

Já o Programa Federal dos EUA, o RFS (*Renewable Fuel Standard*), tem uma abordagem diferente e requer que combustíveis renováveis emitam menos GEE que os derivados de petróleo que estão substituindo. O RFS determina restrições ao tipo de matéria-prima e à terra utilizada para a sua plantação. Os produtores americanos têm obrigações de comunicar suas atividades e as especificações de suas matérias-primas, para mostrar conformidade, observando valores base determinados para cada matéria-prima e para produção fora dos EUA. A regulação na Califórnia (CARB) também é baseada na comunicação de requisitos usando valores padrão de intensidade de carbono por biocombustível. A fiscalização do cumprimento da regulamentação nos EUA não depende somente de esquemas de certificação (NL AGENCY, 2011).

A Figura 4.1 é uma representação esquemática das forças que motivam os esquemas de certificação de biocombustíveis e de seus possíveis impactos. A legitimidade de tal processo está nos critérios de sustentabilidade impostos, desde que motivados por reais preocupações sobre os aspectos sociais, ambientais e econômicos da produção e uso da bioenergia. Nesse sentido, os esquemas de certificação devem ser criados e aplicados com o objetivo de assegurar a produção sustentável, a custos razoáveis, identificando as responsabilidades do operador econômico e, assim, promovendo o comércio. Um efeito prejudicial dos esquemas de certificação pode ser a eventual restrição da produção de bioenergia em certos países e, conseqüentemente, a redução das oportunidades de comércio.



Fonte: Adaptado de Oliveira e Walter (2012)

Figura 4.1: Principais fatores motivadores e possíveis conseqüências da certificação de biocombustíveis

Existem várias iniciativas de sustentabilidade e esquemas de certificação relacionados a bioenergia, em geral, ou a biocombustíveis, em específico. Essas iniciativas podem ser classificadas como multinacionais (e.g. EU-RED), nacionais (e.g. RFS e LCFS, nos EUA, e RTFO – *Renewable Transport Fuel Obligation*, no Reino Unido³⁰), supranacionais (e.g. GBEP – *Global Bioenergy Partnership*), multistakeholder (e.g. RSB – *Roundtable on Sustainable Biomaterials* e ISO – *International Standardization Organization*) e de organizações de produtores e/ou consumidores.

Alguns dos esquemas de certificação existentes para biocombustíveis foram propostos exatamente com o objetivo de cumprir os critérios da EU-RED, como é o caso do ISCC (*International Sustainability and Carbon Certification*), que existe desde 2010. Outros esquemas de certificação também foram adaptados para serem reconhecidos pela Comissão Europeia³¹.

Um caso específico é o RSB, que é bastante amplo em escopo e foi desenvolvido de uma maneira mais rigorosa. Nesse caso, o foco parece ser o atendimento de expectativas de mercados consumidores que têm uma maior preocupação sobre a sustentabilidade dos biocombustíveis (SCARLAT, DALLEMAND, 2011). Alguns especialistas se referem ao RSB como um esquema premium de certificação.

Existem também esquemas de certificação desenvolvidos por produtores e pelos principais consumidores de commodities agrícolas, como é o caso do *Roundtable on Sustainable Palm Oil* – RSPO (estabelecido em 2004) – e do Bonsucro, relacionado a produtos da cana de açúcar (antigo *Better Sugarcane Initiative*, estabelecido em 2010) (SCARLAT, DALLEMAND, 2011).

Além disso, outros esquemas de certificação têm sido desenvolvidos e esses, potencialmente, podem ter um grande impacto no comércio internacional devido às organizações internacionais que os promovem. São os casos de iniciativas em curso como CEN (*European Committee for Standardisation*) e ISO (*International Organisation for Standardization*). O CEN/TC 383 - *Committee for Sustainable Produced Biomass for Energy Applications*- foi estabelecido em 2008 e tem foco específico em padrões que ajudem os operadores econômicos a implementar a EU-RED. As partes 1, 2 e 4 da Norma Europeia EN 16214 foram finalizadas pelo CEN/TC 383 e o grupo continua trabalhando na parte 2 na norma: “avaliação de conformidade, incluindo cadeia de custódia e balanço de massa”, que deve ser publicada antes do final de 2013 como especificação técnica (CEN, 2013). O foco até agora tem sido em biocombustíveis, já que a EU

³⁰ RTFO é uma iniciativa do Reino Unido através da Agência de Combustíveis Renováveis/Renewable Fuels Agency (RFA) em carbono e para orientação para a sustentabilidade.

³¹ Os quatorze esquemas de certificação reconhecidos pela EU-RED até meados de 2013 são: ISCC (International Sustainability and Carbon Certification); Bonsucro EU; RTRS EU RED (Round Table on Responsible Soy EU RED); RSB EU RED (Roundtable of Sustainable Biomaterials EU RED); 2BSvs (Biomass Biofuels voluntary scheme); RBSA (Abengoa RED Bioenergy Sustainability Assurance); Greenergy (Greenergy Brazilian Bioethanol verification programme); Ensus voluntary scheme under RED for Ensus bioethanol production; Red Tractor (Red Tractor Farm Assurance Combinable Crops & Sugar Beet Scheme); SQC (Scottish Quality Farm Assured Combinable Crops (SQC) scheme); Red Cert; NTA 8080; RSPO RED (Roundtable on Sustainable Palm Oil RED); Biograce GHG calculation tool.

decidiu que, no curto prazo, não irá priorizar a certificação de biomassa sólida e gasosa usadas para eletricidade, aquecimento e resfriamento³².

A ISO tem por objetivo criar um padrão global capaz de tratar a sustentabilidade de todas as fontes de bioenergia e seus usos. A norma será identificada como ISO 13065 – Critérios de Sustentabilidade para Bioenergia. A norma foi proposta em 2009 pelos organismos de normalização Alemão (DIN) e Brasileiro (ABNT) e, atualmente, 30 países são membros participantes (aproximadamente 50% deles são países em desenvolvimento). A meta é a publicação da norma até Dezembro de 2014.

O Global Bioenergy Partnership – GBEP – não é um esquema de certificação e não há necessidade de um processo de certificação para verificação da implementação de seus indicadores. O GBEP é, na verdade, um fórum de referência para a definição de políticas para (i) promover o desenvolvimento sustentável de biomassa e bioenergia, (ii) facilitar os investimentos em bioenergia, (iii) promover o desenvolvimento e implementação de projetos, e (iv) promover pesquisa e desenvolvimento (P&D) e atividades comerciais da bioenergia. Preocupado com a sustentabilidade, o GBEP desenvolveu um conjunto de critérios e indicadores voluntários, que devem ser utilizados para facilitar o desenvolvimento sustentável da bioenergia (GBEP, 2013).

Os esquemas de certificação existentes/propostos tratam os diferentes aspectos (ambientais, econômicos e sociais) e seus princípios e critérios foram definidos em função de seus objetivos principais. Por outro lado, a inclusão de certos aspectos nos esquemas de certificação é controversa já que em alguns casos (i) o conhecimento científico não é suficiente (e.g. impactos indiretos da mudança de uso da terra nas emissões de GEE), e/ou (ii) o operador econômico não pode ser responsabilizado pelos impactos potenciais ou reais (e.g. segurança alimentar).

4.3.2 Esquemas de certificação tratados neste estudo

Nesta seção é apresentada uma visão geral dos esquemas de certificação. Seis esquemas de certificação foram escolhidos para esta análise, sendo que quatro deles são direta ou indiretamente relacionados a certificação de biocombustíveis (ISCC, RSB, RSPO e Bonsucro), um trata de produtos florestais (FSC) e um trata de produtos alimentícios (Global G.A.P.). Os esquemas de certificação para florestas e produtos agrícolas são utilizados aqui apenas como uma referência para comparação.

As informações sobre os esquemas de certificação apresentados nesta seção são baseadas em Ismail e Rossi (2010) e nas páginas dos esquemas na internet.

³² É a decisão que está em vigor, mas está em discussão a definição de critérios mínimos de sustentabilidade para biomassa sólida e, principalmente, pellets. Em Julho de 2013, na Itália, houve um evento sobre o assunto.

4.3.2.1 RSB

| | | | |
|---------------------------|--|--------------------------------|--|
| País/Organização | The Roundtable on Sustainable Biomaterials | Ano/Status | 2011 / Versão 2 |
| Iniciativa | RSB Princípios & Critérios para Produção Sustentável de Biomateriais | | |
| Participantes | Agricultores, empresas, organizações não-governamentais, especialistas, governos e agências inter-governamentais | | |
| Governança | Conselho de Diretores, câmaras, secretaria e grupos de especialistas | | |
| Tipo de abordagem | Meta-standard; esquema de certificação | Cobertura Geográfica | Global |
| Matéria Prima | Todas | Tipo de biocombustíveis | Biocombustíveis líquidos para transporte |
| Cadeia de Custódia | Produção de matéria-prima para biocombustíveis, processamento e transporte e distribuição | | |
| Link | http://rsb.org/ | | |

Fonte: Ismail, Rossi (2010) e RSB (2011, 2013)

O RSB é uma iniciativa internacional, "multistakeholder", que foi estabelecida em 2006 com o objetivo de alcançar consenso global em princípios e critérios para produção sustentável de matéria-prima para biocombustíveis líquidos, processamento e transporte e distribuição de biocombustíveis.

O primeiro esboço dos princípios do RSB foi publicado em 2007 e "stakeholders" foram convidados para se juntar a um grupo de trabalho para revisar os princípios e sugerir critérios para atingi-los. Em seguida, foi lançada a Versão Zero do esboço dos Princípios e Critérios para Produção Sustentável de Biocombustíveis, em Agosto de 2008. Após várias consultas com "stakeholders" e revisões, em Novembro de 2009 a primeira versão completa foi aprovada para teste piloto.

Os critérios incluídos na Versão Zero tratavam somente das atividades diretas dos produtores, para evitar consequências indesejadas da produção de biocombustíveis. A partir de Dezembro de 2009, o trabalho passou a integrar ainda mais a questão dos impactos indiretos ao padrão RSB.

Atualmente, o esquema está na Versão 2, que foi escrita em 2010 e passou a ser utilizada em 2011. A versão inclui os documentos: (i) Princípios e Critérios do RSB, (ii) Documento de orientação, (iii) Indicadores de conformidade detalhados e (iv) Uso dos termos.

O esquema RSB foi construído com 12 princípios:

- PRINCÍPIO1. Legalidade
- PRINCÍPIO2. Planejamento, monitoramento e melhoria contínua
- PRINCÍPIO3. Emissões de GEE
- PRINCÍPIO4. Direitos humanos e do trabalhador

- PRINCÍPIO5. Desenvolvimento rural e social
- PRINCÍPIO6. Segurança alimentar local
- PRINCÍPIO7. Conservação
- PRINCÍPIO8. Solo
- PRINCÍPIO9. Água
- PRINCÍPIO 10. Ar
- PRINCÍPIO 11. Uso de tecnologia, insumos e manejo de resíduos
- PRINCÍPIO 12. Direitos relativos ao uso da terra

O RSB foi iniciado como “The Roundtable on Sustainable Biofuels”, em 2007, pela Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL), na Suíça, e manteve suas premissas até o final de 2012. A partir de Janeiro de 2013 o RSB mudou oficialmente para organização independente sem fins lucrativos, com sede em Genebra, na Suíça, e mudou seu nome em Março para “The Roundtable on Sustainable Biomaterials”. O RSB desenvolveu um esquema de certificação para biomassa e todos os seus bioprodutos derivados (e.g. biocombustíveis, bioquímicos, têxteis, aditivos alimentares, etc.) (RSB, 2013).

O RSB reconhece o FSC e a *Sustainable Agriculture Network* (SAN), o que significa que um agente que já tenha sua produção certificada segundo um desses padrões, terá necessidade de demonstrar conformidade com um número menor de quesitos.

4.3.2.2 ISCC

| | | | |
|---------------------------|--|--------------------------------|--|
| País/Organização | ISCC Association | Ano/Status | 2011 / Versão 2.3 |
| Iniciativa | International Sustainability & Carbon Certification (ISCC) | | |
| Participantes | Agricultores, processadores, comércio, indústria, ONGs, associações, instituições de pesquisa, autoridades | | |
| Governança | Assembléia Geral, Conselho, Comitês Técnicos e Conselho Executivo | | |
| Tipo de abordagem | Esquema de certificação | Cobertura Geográfica | Global |
| Matéria Prima | Todas | Tipo de biocombustíveis | Biocombustíveis líquidos para transporte |
| Cadeia de Custódia | Produção de matéria-prima para biocombustíveis, processamento e transporte e distribuição | | |
| Link | http://www.iscc-system.org/en/ | | |

Fonte: Ismail, Rossi (2010) e ISCC (2011, 2013)

O ISCC foi desenvolvido através de um projeto que começou em 2008, com o objetivo de desenvolver um esquema internacional, prático e transparente para certificação de biomassa e bioenergia. O esquema ISCC tem como base os requisitos definidos na EU-RED (2009/28/CE).

O ISCC, além de verificar o cumprimento da EU-RED, também permite a verificação do cumprimento do Regulamento para Sustentabilidade de Biomassa (BioNachV) da Alemanha. É apoiado pelo Ministério Federal de Defesa do Consumidor, Alimentação e Agricultura da Alemanha, através da Agência de Recursos Renováveis (FNR), e é utilizado por empresas da Alemanha e outros países Europeus, como também em diversos outros países, incluindo o Brasil.

O esquema foi desenvolvido com base em estudos de conceito e subsequentes projetos-piloto de 2006 a 2009. O esquema está em funcionamento desde o início de 2010, e, atualmente, está na Versão 2.3. A versão inclui os documentos: (i) Fundamentos do esquema para a certificação de biomassa e bioenergia sustentáveis, (ii) Requisitos de sustentabilidade para a produção de biomassa, (iii) Metodologia de cálculo de emissões e auditoria de gases do efeito estufa e (iv) Certificação de grupo.

O ISCC se preocupa, em particular, com os seguintes aspectos da sustentabilidade ao longo de toda a cadeia de abastecimento de biocombustíveis: (i) redução de emissões de GEE, (ii) uso sustentável da terra, (iii) proteção de biosferas naturais e (iv) sustentabilidade social.

Os requisitos do ISCC contemplam seis princípios (ISCC, 2011):

- PRINCÍPIO 1. Não se deve produzir biomassa em terras com alto índice de biodiversidade ou elevada reserva de carbono. Áreas de HCV devem ser protegidas;
- PRINCÍPIO 2. A biomassa deve ser produzida de forma ambientalmente responsável. Isso inclui a proteção de solo, água e ar e a aplicação de Boas Práticas Agrícolas;
- PRINCÍPIO 3. Condições de trabalho seguras por meio de: treinamento, educação, uso de roupas de proteção e assistência adequada e oportuna em caso de acidentes;
- PRINCÍPIO 4. A produção de biomassa não deve violar os direitos humanos, os direitos trabalhistas e os direitos de uso da terra. Deve promover condições de trabalho responsável e a saúde, a segurança e o bem-estar dos trabalhadores, e deve basear-se em relações responsáveis com a comunidade;
- PRINCÍPIO 5. A produção de biomassa terá lugar em conformidade com todas as leis aplicáveis, regionais e nacionais, e deve seguir os tratados internacionais relevantes;
- PRINCÍPIO 6. Boas práticas de administração devem ser implementadas.

O ISCC tem cooperação com outros esquemas de certificação já reconhecidos, e apóia a *Sustainable Agriculture Initiative* (SAI).

Além do esquema ISCC, descrito acima, foi criado o ISCC Plus. O novo esquema de certificação para alimentos, rações, químicos (e.g. bioplásticos) e outras aplicações de bioenergia (e.g. biomassa sólida) tem uma concepção modular para melhor atender o mercado. O período de consulta pública terminou no final de Maio de 2012.

Segundo o ISCC (2013), o novo esquema promove (i) fomento da biodiversidade, (ii) preservação dos sumidouros de carbono, (iii) boas práticas agrícolas e (iv) cumprimento de normas sociais.

Dentre as novas diretrizes para fomento da biodiversidade, o esquema deve contar com (i) plano de ação em prol da biodiversidade, (ii) classificação de substâncias químicas, (iii) consumo de água, (iv) emissões de GEE.

O ISCC PLUS oferece oportunidade para que unidades de conversão já certificadas atendam a certificação de sustentabilidade para os produtos alimentícios e rações (ISCC, 2013).

4.3.2.3 Bonsucro

| | | | |
|---------------------------|---|--------------------------------|--|
| País/Organização | Bonsucro | Ano/Status | 2011 / Versão 3 |
| Iniciativa | Bonsucro Standard | | |
| Participantes | Empresas consumidoras, comerciantes de commodities, ONGs, produtores nacionais e locais e empresas petrolíferas | | |
| Governança | Conselho Fiscal, Comitê de Gestão e Grupos Técnicos de Trabalho | | |
| Tipo de abordagem | Esquema de certificação | Cobertura Geográfica | Global |
| Matéria Prima | Cana de açúcar | Tipo de biocombustíveis | Cana de açúcar que possa produzir etanol |
| Cadeia de Custódia | Produção e processamento primário | | |
| Link | http://bonsucro.com | | |

Fonte: Ismail, Rossi (2010) e Bonsucro (2011, 2013)

O Bonsucro é uma associação global "multi-stakeholder" que envolve vendedores de açúcar, investidores, comerciantes, produtores e ONGs. Foi estabelecida para reduzir impactos ambientais e sociais da produção da cana de açúcar.

Seus principais objetivos incluem: (i) definir princípios globalmente aplicáveis (com base em desempenho), critérios, indicadores e normas para a produção de cana de açúcar; (ii) promover melhorias mensuráveis nos principais impactos econômicos, ambientais e sociais de produção e processamento primário de cana de açúcar e (iii) desenvolver um esquema de certificação que permita que produtores, compradores e outros envolvidos em negócios atestem que produtos derivados da cana tenham sido produzidos de acordo com determinados critérios, que sejam verossímeis, transparentes e mensuráveis.

Em 2008, o Bonsucro estabeleceu três grupos de trabalho: (i) Social e trabalhista; (ii) Processamento e moagem e (iii) Práticas agrônômicas, para identificar indicadores que pudessem ser avaliados e que permitissem a verificação do cumprimento dos critérios associados.

A Versão 1 foi lançada no começo de 2009 e ficou aberta a consulta pública de Março a Abril de 2009. Os comentários recebidos foram revistos pelos especialistas dos grupos de trabalho e, juntamente com os resultados de estudos e testes piloto, a Versão 2 foi desenvolvida e ficou aberta para consulta pública de Novembro de 2009 até Janeiro de 2010. Atualmente, está em vigor a Versão 3, de 2011, que inclui os documentos: (i) Padrão de Produção Bonsucro e (ii) Bonsucro Guia do Auditor Padrão Produção.

Adicionalmente, o Padrão de Produção contém requisitos para a Cadeia de Custódia, que se referem a um conjunto de requisitos técnicos e administrativos que visam permitir o rastreamento das declarações relacionadas à produção sustentável de cana de açúcar certificada pelo Bonsucro e de seus produtos derivados, tanto na área de fornecimento de cana quanto nas operações da usina, incluindo o transporte da cana até a usina (Padrão de Produção Bonsucro - Versão 3.0 Março 2011).

Os requisitos do Bonsucro contemplam cinco princípios:

- PRINCÍPIO 1. Cumprir a Lei;
- PRINCÍPIO 2. Respeitar os direitos humanos e trabalhistas;
- PRINCÍPIO 3. Gerenciar eficiências de insumos, produção e processamento de modo a aumentar a sustentabilidade;
- PRINCÍPIO 4. Gerenciar ativamente a biodiversidade e serviços do ecossistema;
- PRINCÍPIO 5. Melhorar constantemente as áreas chave do negócio.

4.3.2.4 RSPO

| | | | |
|---------------------------|--|--------------------------------|--|
| País/Organização | Roundtable on Sustainable Palm Oil (RSPO) | Ano/Status | 2013 / Aguardando ratificação |
| Iniciativa | RSPO Principles and Criteria for Sustainable Palm Oil Production | | |
| Participantes | Bancos e investidores, fabricantes de bens de consumo, organizações de conservação (ONGs), pessoas físicas, produtores de óleo de palma, organizações, processadores de óleo de palma e comerciantes, organizações sociais ou de desenvolvimento (ONG) | | |
| Governança | Conselho Executivo, Assembléia Geral, Secretaria Geral | | |
| Tipo de abordagem | Esquema de certificação | Cobertura Geográfica | Global |
| Matéria Prima | Óleo de Palma | Tipo de biocombustíveis | Óleo de palma que possa produzir biodiesel |
| Cadeia de Custódia | Produção e processamento de matéria-prima para biocombustível | | |
| Link | http://www.rspo.org | | |

Fonte: Ismail, Rossi (2010) e RSPO (2013)

O RSPO é uma associação sem fins lucrativos que foi estabelecida em 2004. O objetivo é desenvolver e implementar padrões para viabilizar a produção de óleo de palma sustentável, e

reúne todos os stakeholders dos sete setores da indústria de óleo de palma. É baseada em Zurique, na Suíça, sua Secretaria fica em Kuala Lumpur, Malásia, e o Escritório de Liason fica em Jakarta, Indonésia.

O RSPO desenvolveu um conjunto de critérios e indicadores (incluindo orientação) para tratar as exigências legais, econômicas, ambientais e sociais da produção de óleo de palma sustentável. O esquema de certificação RSPO é uma estrutura para o reconhecimento e autenticação formal de produtores ou agricultores que estão produzindo óleo de palma de acordo com os Princípios e Critérios do RSPO. Adaptações limitadas para interpretações nacionais foram autorizadas.

A primeira Versão dos Princípios e Critérios e Orientações foi viabilizada em 2007, e foi resultado de testes realizados em vários países, desde 2005 até 2007, em um processo de implementação de interpretação nacional. Depois de cinco anos de implementação, o documento P&C 2007 foi revisado (2012-2013) pela Força Tarefa de Revisão dos Princípios e Critérios do RSPO. O objetivo da revisão foi melhorar a relevância e a efetividade dos princípios e critérios. O processo de revisão seguiu as melhores práticas da ISEAL (*The International Social and Environmental Accreditation and Labeling Alliance*), incluindo duas consultas públicas e quatro reuniões físicas da Força Tarefa, resultando na produção do RSPO P&C 2013, cuja data prevista de ratificação é Abril de 2014. Uma das principais mudanças diz respeito ao Critério de monitoramento e relato de emissões de GEE para minimizar emissões em novas plantações.

Os critérios e indicadores do RSPO foram definidos de acordo com oito princípios:

- PRINCÍPIO 1: Comprometimento com a transparência;
- PRINCÍPIO 2: Cumprimento de leis e normas aplicáveis;
- PRINCÍPIO 3: Comprometimento com a viabilidade econômica e financeira de longo prazo;
- PRINCÍPIO 4: Uso das melhores práticas pelas áreas agrícolas e industriais;
- PRINCÍPIO 5: Responsabilidade ambiental e conservação dos recursos naturais e biodiversidade;
- PRINCÍPIO 6: Responsabilidade com os colaboradores, indivíduos e comunidades afetadas pelas plantações e usinas;
- PRINCÍPIO 7: Desenvolvimento responsável de novas áreas de cultivo;
- PRINCÍPIO 8: Comprometimento com a melhoria contínua de áreas chave da atividade.

4.3.3 Síntese das iniciativas de sustentabilidade e esquemas de certificação

A Tabela 4.2 sumariza informações não detalhadas sobre esquemas de certificação e sobre a iniciativa de sustentabilidade da EU-RED. Os aspectos mais controversos relacionados à sustentabilidade dos biocombustíveis são listados na Tabela 4.2, incluindo (i) a consideração de impactos indiretos da mudança de uso da terra (iLUC) no processo de avaliação das emissões evitadas de GEE, (ii) restrições aplicadas ao uso de terras com Alto Valor de Conservação (HCV), (iii) restrições aplicadas à produção de matérias-primas derivadas de organismos geneticamente modificados (OGM) e (iv) se, e como, segurança alimentar deveria ser tratada.

A controvérsia está nas seguintes razões: primeiramente, para alguns aspectos, o conhecimento científico existente não é suficiente para comprovar a relação causa-efeito, como nos casos dos efeitos indiretos (e.g. impactos do iLUC no balanço de GEE) e do potencial impacto dos biocombustíveis na segurança alimentar. O segundo ponto, também relacionado a estes dois aspectos, é que além da falta de conhecimento científico, a responsabilidade de um único operador econômico – que deveria ser identificado no processo de certificação – não é clara. O terceiro ponto, também relacionado aos dois aspectos mencionados anteriormente, é que ainda faltam metodologias adequadas para avaliar estes impactos.

Outro assunto controverso é a definição de “no-go areas” para a produção de biomassa (e.g.: expressa na EU-RED, em relação à meta de proteger biomas com Alto Valor de Conservação – HCV). A Convenção da Diversidade Biológica de 2010 decidiu que a definição de quais áreas devem ser preservadas cabe aos países onde os projetos estão sendo desenvolvidos, e não a outros países (e.g. EU) e/ou organismos de certificação (CBD, 2010).

Além disso, as restrições à produção baseada em OGMs também são controversas, devido ao fato de que o produto não deve ser usado como alimento ou ração e, também, devido a dificuldades de rastreamento.

A Tabela 4.2, abaixo, é uma síntese de informações que permite a comparação dos principais esquemas de certificação.

Tabela 4.2: Síntese das iniciativas de sustentabilidade e esquemas de certificação

| Esquema/Iniciativa | EU-RED | RSB | ISCC | Bonsucro | RSPO |
|--|--|--|--|---|--|
| | Esquema público | Esquema privado | Esquema privado | Esquema privado | Esquema privado |
| Objetivo | Iniciativa de sustentabilidade que exige certificação | Esquema de certificação que visa principalmente o mercado consumidor | Esquema de certificação com foco na EU-RED | Esquema de certificação para produtos de cana de açúcar | Esquema de certificação para produtos de óleo de palma |
| Produto | Biocombustível | Biomaterial | Biomassa | Produto de cana de açúcar | Produto de óleo de palma |
| # de Princípios e Critérios | - | 12 Princípios 38 Critérios | 6 Princípios 45 Critérios | 5 Princípios 28 Critérios | 8 Princípios 43 Critérios |
| GEE | Sim | Sim | Sim | Sim | Sim |
| Limites mínimos de redução de emissão GEE | 35% - 60% ³³ | 50% | 35% | Não | Não |
| LUC – efeitos diretos | Sim | Sim | Sim | Sim | Sim |
| LUC – efeitos indiretos | Possivelmente | Possivelmente – importância reconhecida | Possivelmente | Não | Não |
| OGMs | Não | Sim | Não | Sim | Sim |
| Segurança alimentar | Sim | Sim Princípio 6 | Sim Critério 4.22 | Não | Não |
| Aspectos econômicos considerados | Não considerado | Sim Princípio 5 | Somente eficiência energética | Apenas focado no ponto de vista do operador | Sim Princípio 3 |
| Aspectos sociais considerados | Não há critérios específicos, mas deve ser considerado | Sim Princípio 5 | Detalhamento moderado | Menos detalhado | Menos detalhado |
| Condições trabalhistas | Não há critérios específicos, mas deve ser considerado | Sim Princípio 4 | Sim Princípio 3 | Sim Princípio 2 | Sim Princípio 6 |

Fonte: Elaboração própria a partir de Scarlat e Dallemand (2011), RSB (2011), ISCC (2011), Bonsucro (2011), RSPO (2013)

³³ 35% é o atual limite inferior de emissões evitadas para biocombustíveis convencionais. O limite chega a 60% em 2017 para novas unidades de produção (e 50% para a produção nas unidades atuais).

4.4 Biodiversidade nos Esquemas de Certificação

Como foi mencionado no Capítulo 1, acredita-se que uma das piores consequências da produção não sustentável de biocombustíveis é a perda de biodiversidade. O objetivo desta seção é analisar como a biodiversidade vem sendo tratada nos quatro esquemas de regulação privada, aplicáveis a biocombustíveis, discutidos no item anterior. Também são analisados, para efeito de comparação, dois esquemas de grande repercussão na atividade florestal (o FSC) e na produção de alimentos (o Global G.A.P.).

Apesar de alguns reconhecerem que os biocombustíveis são ambientalmente benéficos devido às suas reduzidas emissões de GEEs, quando comparados com a dos combustíveis fósseis, outros autores apontam que a redução de emissões não é o único critério que deva ser considerado na avaliação da sustentabilidade ambiental. Entre outras, esses autores têm preocupação de que o uso de biocombustíveis em larga escala possa ter impactos negativos diretos na biodiversidade (HELLMANN e VERBUNG, 2010). Portanto, políticas que promovam os biocombustíveis precisam encorajar melhores práticas em toda a cadeia, e sob diferentes aspectos, incluindo a produção da matéria-prima e sua posterior conversão a biocombustível (GROOM *et al.*, 2008; WRI, 2005).

A produção de biocombustíveis causa mudança do uso da terra, tanto direta quanto, possivelmente, indiretamente. Com o aumento da demanda por biocombustíveis aumentará também a necessidade de terras. Além disso, e pelas razões mencionadas no Capítulo 1 (GROOM *et al.*, 2008; HELLMANN e VERBUNG, 2010), o plantio em larga escala de culturas para a produção de biocombustíveis pode, potencialmente, ter impactos negativos sobre a biodiversidade, como vimos anteriormente.

As normas e esquemas de certificação têm sido amplamente usados para induzir melhor performance ambiental de empresas/corporações. É também esperado que para os biocombustíveis os padrões possam moldar o mercado, ao criar exigências para o acesso ao financiamento, induzir a adoção de melhores práticas (e.g., para que se tenha acesso a mercados internacionais), para que os produtores possam diferenciar seus produtos em um mercado mais competitivo, etc. (CBD, 2011).

Assim, a introdução de normas/padrões de sustentabilidade é uma opção para reduzir os impactos negativos da produção de biocombustíveis, em geral, e impactos negativos na biodiversidade, em específico. Em adição, as ações necessárias para a proteção da biodiversidade e sua conservação são muito complexas. Isso porque a biodiversidade tem várias dimensões, porque os conceitos são relativamente novos e o conhecimento científico não está totalmente consolidado. Também, e muito importante, porque há controvérsias entre países desenvolvidos e em desenvolvimento: por exemplo, o conceito de proteção da biodiversidade está bem disseminado em países desenvolvidos, e neles as oportunidades para significativa mudança do uso da terra são mais limitadas; já nos países em desenvolvimento, que têm outras prioridades, a expansão de atividades agrícolas é entendida como necessária e pode causar mudança de uso da terra. Assim,

se já é difícil haver consenso científico sobre conservação da biodiversidade, muito mais difícil alcançar consenso na definição de normas que podem impactar o comércio e alterar a competitividade relativa de produtores.

Uma norma é construída a partir de princípios básicos. Um princípio deve expressar um objetivo, que guia as decisões e/o comportamento do agente econômico. Por exemplo, no caso analisado neste capítulo, o princípio da RSB sobre biodiversidade reflete a aspiração de que a produção de biocombustíveis não impacte negativamente a biodiversidade, os ecossistemas e os valores de conservação (ver Tabela 4.3).

A cada princípio estão associados critérios, e um critério diz respeito a uma condição ou processo que deve ser avaliado. Por exemplo, ainda na RSB (ver Tabela 4.3), os critérios estão associados aos seguintes aspectos: valores de conservação, serviços ecossistêmicos, zonas de amortecimento (“buffer zones”), corredores ecológicos e espécies invasoras.

Finalmente, a cada critério deve-se ter ao menos um indicador. Indicadores são parâmetros que expressam resultados relativos ao cumprimento do critério. Indicadores podem ser quantitativos, qualitativos e até mesmo binários (por exemplo, simples respostas sim ou não).

Em uma norma/padrão é preciso definir princípios, critérios e indicadores que sejam eficazes para assegurar o cumprimento dos objetivos, e que também sejam factíveis para que a norma seja aplicada em tempo hábil, e com custos aceitáveis. Evidente que há muitas dificuldades. Em parte a dificuldade advém dos diferentes pontos de vista dos “stakeholders” envolvidos, e essa é tanto maior quanto maior o escopo da norma. Outra razão é a dificuldade de se chegar a definições aceitáveis para termos chave como “alto valor de biodiversidade” e “áreas degradadas”. Tais termos são apresentados de forma recorrente em normas, mas não há definição absolutamente consensual sobre os mesmos. Definições muito amplas fariam com que o padrão fosse muito restrito.

Em algumas normas/padrões a definição de princípios e critérios tem por base o chamado “princípio da precaução”³⁴. Assim, são definidas restrições para a produção de biocombustíveis como, por exemplo, áreas nas quais a produção não deveria ocorrer, ou deveria ser evitada. Por exemplo, as principais iniciativas de sustentabilidade determinam que os biocombustíveis não podem ser produzidos em áreas de Alto Valor de Conservação (HCVs).

³⁴O princípio da precaução foi formulado pelos gregos e significa ter cuidado e estar ciente. Precaução relaciona-se com a relação entre o homem e a natureza e diz respeito às ações antecipatórias para proteger a saúde das pessoas e dos ecossistemas. O Princípio 15 - Princípio da Precaução - da Declaração do Rio/92 sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável foi proposto na Conferência do Rio de Janeiro, em junho de 1992; o princípio é definido como "a garantia contra os riscos potenciais que, de acordo com o estado atual do conhecimento, não podem ser ainda identificados" (MMA, 2013 – informação disponível em <http://www.mma.gov.br/biodiversidade/biosseguranca/organismos-geneticamente-modificados/item/7512>).

Tabela 4.3: Síntese de alguns esquemas de certificação e como neles a biodiversidade tem sido tratada

| Esquema de Certificação | RSB | ISCC | Bonsucro | RSPO | FSC | Global GAP |
|--|--|--|--|---|---|---|
| Objetivo | Esquema de certificação que visa principalmente o mercado consumidor | Esquema de certificação com foco na EU-RED | Esquema de certificação para produtos de cana de açúcar | Esquema de certificação para produtos de óleo de palma | Esquema de certificação para produtos florestais | Esquema de certificação para produtos agrícolas |
| Produto | Biomaterial | Bioenergia | Produto de cana de açúcar | Produto de óleo de palma | Produto florestal | Produto agrícola |
| Como a biodiversidade é tratada | PRINCÍPIO 7: Operações de biocombustíveis devem evitar impactos negativos sobre a biodiversidade, ecossistemas e valores de conservação | PRINCÍPIO 1: Não se deve produzir biomassa em terras com alto índice de biodiversidade ou elevada reserva de carbono. Áreas de AVC (Alto Valor de Conservação) devem ser protegidas | PRINCÍPIO 4: Gerenciar ativamente a biodiversidade e serviços do ecossistema | PRINCÍPIO 5: Responsabilidade ambiental e conservação dos recursos naturais e biodiversidade | PRINCÍPIO 6: O manejo florestal deve conservar a diversidade biológica, ... deve manter a função ecológica e a integridade da floresta PRINCÍPIO 9: Manutenção de florestas de Alto Valor de Conservação | Ponto de Controle 15: Uso responsável dos recursos naturais (abordando as questões ambientais, entre outros) |
| # de Critérios relacionados | 5 | 6 | 2 | 6 | 10 (Princípio 4) /4 (Princípio 9) | 5 (3 relacionados) |
| Assuntos tratados pelos Critérios | - Valores de conservação - Serviços Ecossistêmicos; - Zonas de amortecimento; - Corredores ecológicos; - Espécies invasoras. | - HCV; - Pradarias ricas em biodiversidade; - Elevada reserva de carbono; - Turfeiras. | - Avaliação de impactos na biodiversidade e em serviços ecossistêmicos; - Medidas de mitigação de impactos. | - Monitoramento; - Mitigação; - Espécies raras, ameaçadas ou em perigo; - HCV. | - Avaliação de impactos; - Espécies ameaçadas e em extinção; - Funções ecológicas; - Paisagem; - Proteção de recursos naturais; - Reduzir uso de químicos; - Espécies exóticas; - Evitar LUC; - HCV. | - Política de Sustentabilidade; - Conformidade com a lei; - Espécies ameaçadas. |
| Indicadores/requisitos | Requisitos mínimos são definidos | Menciona provas de conformidade | Indicadores específicos e Plano de Gestão Ambiental (PGA) | Indicadores e Plano de Gestão | Indicadores e Plano de Gestão | Procedimentos de conformidade mencionados |
| No-go areas | Tratadas – certas especificidades | Indiretamente tratadas | Não | Não | Não | Não |

| | aplicadas | | | | | |
|---|------------------------------|------------------------------|--|---|------------------------------|---|
| HCV | Sim | Sim | Sim | Sim | Sim | Sim (florestas) |
| Zonas de amortecimento | Sim | Não | Não | Sim (zonas ripárias) | Não | Não |
| Áreas degradadas | Uso a ser promovido | Não | Sim | Sim | Não | Não |
| Espécies invasoras | Sim | Menção sobre pradarias | Sim – a ser tratado no Plano de Gestão Ambiental (PGA) | As espécies invasoras são referidas sob manejo de pragas (Princípio 4: Boas práticas) | Sim | Não |
| Espécies ameaçadas, em extinção e protegidas por lei | Sim | Sim | Sim | Sim | Sim | Não especificamente (somente dentro do conceito de HCV) |
| No net loss/net positive impact | Não especificamente incluído | Não especificamente incluído | Não especificamente incluído | Não especificamente incluído | Não especificamente incluído | Não especificamente incluído |
| Alinhamento e referência a convenções internacionais | CBD | CBD | CBD | CBD | CBD | Não |

Fonte: RSB (2011), ISCC (2011), Bonsucro (2011), RSPO (2013), FSC (2012), Global G.A.P. (2012)

A Tabela 4.3 sumariza as principais informações sobre como os seis esquemas de certificação aqui analisados (quatro para biocombustíveis e mais dois para comparação) tratam a biodiversidade e os serviços ecossistêmicos. Com exceção do Global G.A.P., todos os demais esquemas têm pelo menos um princípio tratando exclusivamente de biodiversidade; no caso do Global G.A.P., biodiversidade e assuntos relacionados são tratados em “Ponto de Controle 15”, que aborda assuntos como o uso de recursos naturais.

Quanto aos princípios, de uma forma geral, as aspirações refletidas nos esquemas de certificação de biocombustíveis não são menos ambiciosas do que a dos dois esquemas aqui usados para comparação. O princípio do RSB é mais próximo dos princípios do FSC (a atividade deve minimizar impactos sobre a biodiversidade, e são também mencionados os termos ecossistemas, função ecológica, e valores de conservação). O princípio declarado pelo ISCC é similar ao que é definido na EU-RED e estabelece impossibilidade de haver produção em terras com alto valor de biodiversidade, elevada reserva de carbono e a necessidade de proteção de áreas de alto valor de conservação. Já os princípios declarados pelo Bonsucro e RSPO têm forte conotação de compromissos a serem assumidos pela corporação, com manifestações sobre gerenciamento e responsabilidade.

Nos esquemas estudados, o número de critérios específicos relacionados à biodiversidade e serviços ecossistêmicos varia de dois (Bonsucro) a mais de 10 (FSC) e serviços ecossistêmicos são diretamente mencionados em três esquemas de certificação: RSB, Bonsucro e FSC. Pelo fato do FSC ter mais critérios, a relação de assuntos tratados é mais extensa, como pode ser visto na Tabela 4.3. Já os critérios do Global G.A.P. são bastante gerais, sendo que um refere-se à política de sustentabilidade do agente econômico e o segundo refere-se ao cumprimento das leis relacionadas³⁵.

Entre os quatro esquemas de certificação de biocombustíveis analisados, o Bonsucro é o que apresenta os critérios menos detalhados. Um deles diz respeito à avaliação de impactos e serviços ecossistêmicos, e outro simplesmente trata do estabelecimento de medidas de mitigação sempre que impactos forem identificados; neste caso, o indicador é binário e o que é esperado é apenas uma resposta “sim” ou “não” em relação ao estabelecimento dessas medidas.

Os critérios do ISCC estão totalmente alinhados com as áreas nas quais não deve haver produção de biocombustíveis, de acordo com a EU-RED (Tabela 4.2). Já o RSB é o único que tem critérios específicos que tratam de serviços ecossistêmicos (necessidade de manutenção) e da necessidade de criação e manutenção de zonas de amortecimento e corredores ecológicos.

Indicadores e/ou requisitos mínimos são indicados em todos os seis esquemas de certificação aqui analisados. Documentos, relatórios de operadores econômicos credenciados, planos de manejo, planos de gestão, etc. são aceitos como prova de conformidade.

³⁵ Nas normas o compromisso de observância da legislação nacional aplicável, e de tratados internacionais ratificados, é feita de forma explícita. Normalmente isso é feito de forma mais geral, e não através de critérios em cada tema específico.

O risco de perda de habitat é abordado por critérios/indicadores que definem áreas nas quais a produção de matéria-prima deve ser evitada ou é até inaceitável. O termo “no-go areas”, usado na EU-RED, é explicitamente mencionado pelo RSB e indiretamente mencionado pelo ISCC. Áreas de Alto Valor de Conservação (HCV) e/ou com alto estoque de carbono são consideradas inadequadas para a produção de matéria prima por todos os esquemas de certificação.

Em três dos esquemas de certificação (RSB, Bonsucro e RSPO), áreas degradadas são mencionadas como prioritárias para a produção de matéria-prima, como uma maneira de evitar mudanças no uso na terra e, conseqüentemente, impactos na biodiversidade. Tal aspecto está totalmente alinhado com prioridades mencionadas na EU-RED.

A introdução de espécies invasoras é especialmente tratada nos esquemas de certificação aqui considerados, exceto pelo Global G.A.P. O mesmo acontece em se tratando da atenção que deve ser voltada às espécies ameaçadas, em perigo e legalmente protegidas. Portanto, quanto a esses aspectos os quatro esquemas de certificação de biocombustíveis são tão rigorosos quanto o FSC, e mais rigorosos que o Global G.A.P.

Os conceitos de “no net loss”, que em Português significa sem perdas líquidas, ou o de “net positive impact”, que em Português significa impacto líquido positivo, não são especificamente incluídos em qualquer um dos esquemas de certificação analisados. A CBD atesta que “no net loss” é um princípio apropriado para a inclusão em análises de impacto. Nesse sentido, um dos princípios fundamentais desenvolvidos pelo *Business Biodiversity Offsets Programme* (BBOP) é atingir ausência de perdas líquidas ou ganho líquido na biodiversidade. Este conceito é claramente relevante para o novo plano estratégico da CBD, definido na COP10, que busca reduzir a perda da biodiversidade (CBD, 2011). Finalmente, no que se refere ao alinhamento a convenções internacionais, somente o Global G.A.P. não se refere à CBD.

Dois estudos apresentaram comparações de normas e esquemas de certificação existentes para diferentes produtos, no que se refere à biodiversidade. O estudo feito pela Secretaria da CBD cobre 36 normas que são aplicadas em áreas como agricultura, silvicultura, biocombustíveis, turismo, finanças e outros. Algumas normas que podem ser aplicadas a biocombustíveis, tais como RSPO e Bonsucro, são classificadas naquele relatório como normas agrícolas. Por outro lado, o estudo feito por Englung (2010) cobre 23 normas aplicáveis a áreas tais como agricultura, silvicultura e biocombustíveis. A respeito dos esquemas de certificação analisados nesta dissertação, somente o ISCC não foi analisado pelos dois estudos mencionados.

A maioria dos aspectos considerados como prioritários são comuns nos dois estudos. Particularmente, o relatório “Review of the biodiversity requirements of standards and certification schemes”, da CBD (2011), dá ênfase em como as normas tratam as áreas protegidas e áreas que deveriam ser prioritárias para conservação. Por outro lado, Englung (2010) trata mais especificamente do uso da energia e de emissões de GEE, além de ações voltadas para pesquisa e educação. Um resumo dos aspectos considerados e das principais conclusões gerais dos dois estudos encontra-se na Tabela 4.4.

Tabela 4.4: Resumo das comparações: número e aspectos prioritários sobre biodiversidade em esquemas de certificação

| | Secretaria da CBD | Englung |
|-------------------------|--|---|
| # Esquemas | 36 | 23 |
| Agricultura | 12 | 9 |
| Bioenergia | 2 | 6 |
| Floresta | 4 | 8 |
| Outros | 18 | |
| Aspectos | | |
| Habitats | Perda de habitat & restauração | Destruição de habitat, fragmentação, degradação e modificação |
| Áreas protegidas | Áreas protegidas e prioritárias para conservação | - |
| Espécies | Ameaçadas de extinção e invasoras | Ameaçadas de extinção e invasoras |
| Exploração | Superexploração | Superexploração |
| Outros | - | Uso de energia e GEE, pesquisa, conscientização e educação |

Fontes: CBD (2011) e Englung (2010)

Habitats – com relação a habitats, o estudo da CBD (2011) conclui que todas as normas analisadas mencionam proteção como uma prioridade e a maioria delas enfatiza ações para evitar perda de habitat. Um número significativo de normas define habitats que não devem ser convertidos ou que devem ser convertidos somente em casos específicos. Poucas normas mencionam restauração como uma ação necessária. Comparando as normas, vale mencionar que aquelas para produtos agrícolas não mencionam explicitamente a prevenção da perda de habitat.

Englung (2010) analisa os esquemas considerando seus sub-grupos. O autor conclui que todas as normas que tratam de produtos de bioenergia são adequadas no que tange a destruição de habitat, fragmentação, degradação e modificação. Com relação às normas aplicadas a produtos florestais, todas tratam de áreas relevantes para conservação da biodiversidade e a maioria delas é adequada quanto a evitar destruição e fragmentação. Segundo o autor, os resultados não são tão bons no quesito degradação de habitat, mas a maioria das normas trata apropriadamente temas tais como o uso de fertilizantes e produtos químicos, a necessidade de minimizar erosão e a manutenção da qualidade do solo. Por outro lado, algumas normas para produtos agrícolas não têm bom desempenho em relação a áreas protegidas; no entanto, todas as normas nesse sub-grupo estão em conformidade com os critérios básicos para uso de químicos, erosões, manejo da água e manutenção da qualidade do solo.

Espécies – o estudo da CBD (2011) conclui que a maioria das normas está em conformidade com as medidas para proteção de espécies e manejo de espécies ameaçadas. No geral, normas para produtos agrícolas não tratam de espécies invasoras.

O estudo de Englung (2010) conclui que a maioria das normas considera a proteção de espécies em extinção e o mesmo se aplica ao uso de espécies nativas e espécies exóticas. No entanto, o autor conclui o oposto no que tange às normas agrícolas, com poucas delas tratando de espécies ameaçadas e, segundo ele, nenhuma delas é adequada a respeito de espécies invasoras. E no que se refere a normas para produtos de bioenergia, a maioria considera a proteção de espécies em extinção, enquanto o uso de espécies nativas em detrimento de espécies exóticas invasoras é mencionado somente em uma norma.

Englung (2010) conclui que a maneira como os esquemas de certificação lidam com aspectos da biodiversidade varia. No geral, as normas aplicáveis à bioenergia têm considerações mais fortes sobre biodiversidade, enquanto as normas de gestão agrícola têm as considerações mais fracas.

Assim, uma primeira conclusão é que as normas aplicáveis a biocombustíveis, de uma forma geral (e não apenas aquelas quatro priorizadas na comparação feita nesta seção), são suficientemente rigorosas no que diz respeito aos aspectos essenciais da biodiversidade. Essas normas, quando comparadas com aquelas aplicáveis a produtos florestais e agrícolas, e que são mais tradicionais, são até mais rigorosas.

Uma segunda conclusão é que as normas aplicáveis a biocombustíveis, embora todas as quatro aqui analisadas atendam a EU-RED, são heterogêneas com relação a aspectos tratados e, tendo por base a descrição de critérios e indicadores, são também heterogêneas com relação à exigências de cumprimento. Pode-se concluir que entre as quatro normas comparadas, a RSB é a mais rigorosa, e isso tem sido afirmado frequentemente por especialistas em certificação. A ISCC está muito alinhada a EU-RED, e isso não surpreende, pois foi desenvolvida com foco no atendimento do que é demandado pela Diretiva. Por outro lado, as normas Bonsucro e RSPO transparecem o alinhamento com as empresas que devem ser o principal mercado, tanto na declaração de princípios quanto na definição de indicadores, uma vez que a existência de planos de gestão e o compromisso empresarial de minimizar impactos são considerados provas de cumprimento em vários quesitos.

4.5 Comparação dos esquemas de certificação com recomendações e práticas

Nesta seção são feitas duas análises. Primeiro, os aspectos de biodiversidade tratados nos seis esquemas anteriormente comparados são contrapostos em relação ao que simultaneamente é recomendado por Dennison (2011), para bioenergia, e pelo EBI, para empresas de energia (ver Tabela 2.3, no Capítulo 2). Os resultados da comparação são apresentados na Tabela 4.5.

Pode-se ver na tabela que, dos cinco indicadores simultaneamente recomendados por Dennison (2011) e pelo EBI, apenas o indicador relativo à operação em áreas protegidas não é tratado

explicitamente nos esquemas de certificação. Entretanto, segundo os esquemas de certificação a produção de biomassa deve ser evitada em tais áreas, e essa abordagem é mais restritiva nos esquemas de certificação de biocombustíveis líquidos. Portanto, a questão é tratada de forma ainda mais restritiva.

Os esquemas de certificação RSB e Bonsucro tratam especificamente de serviços ecossistêmicos e têm, portanto, maior alinhamento com o que é recomendado por Dennison (2011) e pelo EBI. Portanto, o RSB e o Bonsucro estão bastante alinhados com o que foi identificado como recomendável no Capítulo 2.

A segunda análise é uma comparação de três esquemas de certificação que podem ser aplicados à produção de etanol a partir da cana (RSB, ISCC e Bonsucro) com práticas, a legislação e o conhecimento existente no Brasil a respeito da biodiversidade (ver Seção 3.4). Os resultados são apresentados na Tabela 4.6.

Em princípio, a certificação pelo esquema RSB, mais rigoroso, não poderia ser obtida com facilidade por todas as unidades produtoras de etanol no Brasil. Por exemplo, alguns de seus critérios só podem ser cumpridos se a produção não ocorrer em Áreas Prioritárias de Conservação (APCs), e desde que sejam adotadas práticas conservacionistas. Da mesma forma, a consideração de zonas de amortecimento, requerida pelo RSB, só é prevista no Zoneamento do estado de São Paulo.

Por outro lado, é de se imaginar que uma fração maior de unidades produtoras de etanol poderiam ser certificadas pelo ISCC e pelo Bonsucro. De maneira geral, a observância do Zoneamento da cana já restringe parte dos potenciais problemas, e facilita o cumprimento dos critérios e indicadores dos três esquemas.

O cumprimento da lei que corresponde ao Novo Código Florestal minimiza bem mais os potenciais impactos da produção de cana sobre a biodiversidade. E, adicionalmente, o aprimoramento das informações e das recomendações que correspondem à definição das APCs pode minimizar os impactos sobre biomas sensíveis e espécies ameaçadas.

Portanto, as conclusões desta seção são de que, quanto à biodiversidade, (1) os esquemas de certificação de biocombustíveis estão bem alinhados com o que é recomendado na literatura e com o que é aceito como adequado para grandes empresas; e (2) o cumprimento da legislação e a observância dos instrumentos regulatórios no Brasil permitem a minimização dos impactos sobre a biodiversidade e facilitam a certificação da produção.

Tabela 4.5: Comparação dos indicadores de biodiversidade considerados adequados para biocombustíveis (baseado em DENNISON, 2011) e para empresas de energia (baseado em EBI) com os aspectos considerados nos esquemas de certificação de biocombustíveis

| Designação dos indicadores | Comentário relativo ao indicador (ver Tabela 2.3) | Aspecto considerado nos esquemas de certificação? |
|--|---|--|
| Espécies ameaçadas; proteção de espécies ameaçadas. | Adequado para biocombustíveis (Dennison, 2011); aplicável em âmbito local e por empresas (EBI); também mencionado em CBD (2010). | Sim, em todos os esquemas de biocombustíveis apresentados na Tabela 4.3, e também no FSC. |
| Serviços ecossistêmicos/bem-estar / espécies importantes para a população local | Moderadamente adequado para biocombustíveis (Dennison, 2011); aplicável em âmbito local e por empresas (EBI). | Serviços ecossistêmicos é aspecto especificamente tratado pelo RSB e Bonsucro. Também é tratado no FSC. |
| Tendências em espécies invasoras/existência de espécies invasoras | Adequado para biocombustíveis (Dennison, 2011); aplicável em âmbito local e por empresas (EBI); também mencionado em CBD (2010). | Sim, em todos os esquemas de biocombustíveis apresentados na Tabela 4.3, e também no FSC. |
| Cobertura (área) de AP em áreas prioritárias/operação em AP | Adequado para biocombustíveis (Dennison, 2011); aplicável em âmbito local e por empresas (EBI); também mencionado por Butchart <i>et al.</i> (2010) e CBD (2010). | Operação em Áreas Protegidas não é aspecto especificamente tratado (na realidade, a produção de biomassa deve ser evitada em APs). Áreas HCVs são consideradas em todos os esquemas apresentados na Tabela 4.3, e neles a produção não deve ocorrer. |
| Áreas sob gestão sustentável; manejo agrícola sustentável. | Adequado para biocombustíveis (Dennison, 2011); aplicável em âmbito local e por empresas (EBI); também mencionado em CBD (2010). | Tratado de alguma forma em todos os esquemas de biocombustíveis apresentados na Tabela 4.3 (há menção à gestão, manejo e/ou boas práticas), e também no FSC. |

Fontes: Elaboração própria a partir de Butchart *et al.*(2010); CBD (2010); Dennison (2011); EBI; RSB (2011); ISCC (2011); Bonsucro (2011); RSPO (2013); FSC (2012); Global G.A.P. (2012).

Tabela 4.6: Comparação de três esquemas de certificação de biocombustíveis com práticas, legislação e o conhecimento existente no Brasil

| Esquema de Certificação | RSB | ISCC | Bonsucro | Comentários relativos à produção de etanol de cana no Brasil |
|--|--|---|--|--|
| Princípio relativo à biodiversidade | Operações de biocombustíveis devem evitar impactos negativos sobre a biodiversidade, ecossistemas e valores de conservação. | Não se deve produzir biomassa em terras com alto índice de biodiversidade ou elevada reserva de carbono. Áreas de AVC (Alto Valor de Conservação) devem ser protegidas. | Gerenciar ativamente a biodiversidade e serviços do ecossistema. | Fração significativa da produção no Brasil pode cumprir os princípios do ISCC e do Bonsucro. O princípio do RSB pode ser cumprido mais facilmente em áreas tradicionais. |
| Assuntos tratados pelos critérios | <ul style="list-style-type: none"> - Valores de conservação - Serviços Ecossistêmicos; - Zonas de amortecimento; - Corredores ecológicos; - Espécies invasoras. | <ul style="list-style-type: none"> - HCV; - Pradarias ricas em biodiversidade; - Elevada reserva de carbono; - Turfeiras. | <ul style="list-style-type: none"> - Avaliação de impactos na biodiversidade e em serviços ecossistêmicos; - Medidas de mitigação de impactos. | Os critérios do Bonsucro podem ser atendidos sem grande dificuldade. Os critérios do ISCC também, desde que a produção não ocorra em APCs; alguns critérios não se aplicam. Alguns critérios do RSB só podem ser cumpridos se não houver produção em APCs e com adoção adequada de práticas conservacionistas. |
| No-go areas | Tratadas – certas especificidades aplicadas | Indiretamente tratadas | Não | O ZAE especifica áreas nas quais a produção não deve ocorrer. O Código Florestal impede o plantio em outras áreas (e.g., APPs). |
| HCV | Sim | Sim | Sim | APCs e UCs são áreas que podem ser entendidas como HCVs. Assim, a legislação facilita o cumprimento do critério. |
| Zonas de amortecimento | Sim | Não | Não | São consideradas no ZAE no estado de São Paulo, mas não no ZAE nacional. |
| Áreas degradadas | Uso a ser promovido | Não | Sim | Não há necessidade de priorizar a produção em tais áreas, em função |

da disponibilidade de terras no Brasil. O cultivo em pastagens degradadas já é comum.

| | | | | |
|---|-----|------------------------|--|---|
| Espécies invasoras | Sim | Menção sobre pradarias | Sim – a ser tratado no Plano de Gestão Ambiental (PGA) | Não se aplica ao cultivo da cana, mesmo em áreas de expansão. |
| Espécies ameaçadas, em extinção e protegidas por lei | Sim | Sim | Sim | Os impactos podem ser maiores em áreas de expansão, principalmente no Centro Oeste. |

Fonte: Elaboração própria, a partir de RSB (2011), ISCC (2011) e Bonsucro (2011)

4.6 Tendências de certificação no Brasil

A indústria da cana de açúcar no Brasil é a principal produtora e exportadora de açúcar, principal exportadora de etanol e pretende produzir e exportar produtos diversos e materiais em larga escala, tais como plásticos produzidos a partir do etanol. Apesar de estar em um estágio inicial, a certificação da cadeia de fornecimento é claramente uma tendência, como pode ser concluído da verificação do crescente número dos esquemas de certificação.

De Julho de 2011 até Agosto de 2013, 29 unidades produtoras de cana de açúcar, açúcar e etanol foram certificadas de acordo com a norma Bonsucro, nos estados de São Paulo, Minas Gerais, Goiás, Paraná e Mato Grosso do Sul. Entre as empresas que decidiram usar o Bonsucro, está o maior grupo canavieiro do mundo (o Grupo Raízen). Parece que no curto prazo as empresas canavieiras preferirão o Bonsucro, que foi especialmente criado para produtos da cana de açúcar, foi desenvolvido com forte participação da indústria canavieira e é aceitável para certificação da produção sustentável tanto do açúcar quanto do etanol.

Por outro lado, a maior produtora mundial de plástico de etanol (Braskem) certificou quatro plantas industriais de polietileno verde com base na norma ISCC, em 2011 e 2012. A empresa tem produzido polietileno de cana de açúcar desde 2010 e foi, no mundo, a primeira empresa a ter essa certificação. Há quase uma centena de produtores e comerciantes de etanol com certificação do ISCC, e três deles, fora a Braskem, são comerciantes e estão localizados no Brasil (ISCC, 2013).

Para os outros esquemas mencionados nesta dissertação, nenhuma informação relacionada à certificação do etanol no Brasil foi encontrada.

Considerando que no Brasil existem mais de 400 usinas e aproximadamente 70 mil fornecedores de cana, pode-se concluir que o número de unidades certificadas é ainda muito pequeno, mas vem crescendo e isto é uma clara tendência para os grupos mais importantes. Além disto, considerando as condições médias da produção de etanol no Brasil, parece que não é uma tarefa difícil obter certificação alcançar o mercado Europeu, levando em consideração a Diretiva atual da EU.

4.7 Implicações sobre a conservação da biodiversidade

O primeiro ponto a destacar é que as principais normas voluntárias de sustentabilidade aplicáveis aos biocombustíveis abordam as questões mais importantes e tratam das principais preocupações em relação à sustentabilidade. Essas questões são: (i) perda de biodiversidade devido à destruição do habitat, incluindo a ameaça crescente para algumas espécies, (ii) os impactos sobre a biodiversidade, devido à colheita de matéria-prima e conversão de biomassa (e.g. poluição, erosão do solo, etc.), (iii) introdução de espécies exóticas invasoras e (iv) impactos negativos nos serviços ecossistêmicos.

Considerando-se que um dos objetivos dos esquemas de certificação é disseminar informações ao público, em geral, esta primeira conclusão é positiva do ponto de vista da autora. Isto se deve ao fato de que os esquemas de certificação para biocombustíveis têm sido propostos para cumprir as exigências impostas, principalmente, pela Comissão Europeia, que vem observando as preocupações de parte da sociedade internacional (e.g. da comunidade científica e das ONGs).

Um segundo ponto a ser observado é que os esquemas de certificação existentes são mais orientados para a imposição de restrições para a produção de matérias-primas (e.g. áreas onde a produção não deve ser aceitável) e às práticas que devem ser aplicadas (e.g. planos de manejo, o uso de melhores práticas e tecnologias, etc.), em vez de avaliar os impactos sobre a biodiversidade. E isto é compreensível, já que a biodiversidade é um assunto muito complexo e não há consenso sobre o que deve ser avaliado e pouco consenso sobre como avaliar. Em segundo lugar, porque é mais fácil chamar o princípio da precaução e optar por reduzir os riscos. O problema é quem vai definir as áreas que devem ser totalmente protegidas e onde a produção de matérias-primas não deve ocorrer de maneira alguma? Em se tratando de áreas de expansão da produção, estes critérios podem ser extremamente restritivos se as áreas forem definidas na Europa, por exemplo, sem envolvimento dos potenciais produtores. No caso do Brasil, as áreas a serem preservadas estão praticamente definidas pela legislação e regulação.

Ainda em relação ao mesmo ponto, alguma reflexão é necessária sobre a prioridade dada à produção em áreas degradadas. O conceito de área degradada não é consensual, e normalmente são assim consideradas as áreas na quais há baixa produtividade para atividades agrícolas comerciais. Essas áreas são consideradas degradadas por um motivo especial, ou seja, sem investimentos significativos nessas áreas a viabilidade da produção de biocombustíveis pode ser drasticamente reduzida. Como todas as atividades agrícolas, a produção de biocombustíveis requer terra adequada e a utilização de outros recursos naturais. Sem uma produtividade mínima nenhuma atividade agrícola é viável.

Outra questão importante é que os critérios e indicadores devem basear-se no conhecimento científico sempre que possível. Nesse sentido, é importante lembrar uma das conclusões do estudo realizado pela CBD em 2011, que diz que as informações mais confiáveis possíveis sobre espécies ameaçadas devem ser utilizadas e, também, que termos bem aceitos devem ser usados para descrever os impactos e ações, a fim de proteger a biodiversidade.

Porém, como indicadores baseados em monitoramento contínuo são de difícil uso em normas, conclui-se que deve haver base científica, mas que os indicadores não precisam ser – e talvez nem possam ser – baseados em rigorosa ciência.

Além disso, parece fundamental que para definir prioridades com objetivo de reduzir os impactos negativos sobre a biodiversidade, não se imponha ônus econômico ou administrativo. Nesse contexto, o conceito de hierarquia de mitigação - que permite a definição de uma sequência lógica das ações - parece ser um bom procedimento. No entanto, essa questão está, provavelmente, fora do âmbito de esquemas de certificação, uma vez que é quase impossível

estabelecer um padrão para tantos casos diferentes.

Vale a pena lembrar que um esquema de certificação é um instrumento - voluntário - de mercado, que pode ser muito útil para diferentes propósitos, mas impactos negativos da produção de biocombustíveis sobre a biodiversidade não podem ser evitados apenas através deles. Em particular, mesmo o melhor esquema de certificação não pode substituir políticas e regulamentos. Também, as normas são desenvolvidas por agentes do mercado, diretamente interessados na sua existência e em seu sucesso e, por mais democrático que seja o processo, não refletem necessariamente os ensaios de toda a sociedade. Além disso, com a certificação não é possível avaliar a sustentabilidade em si, mas sim fornecer informações relevantes aos diferentes “stakeholders” a fim de induzir mudanças positivas no comportamento.

É adequado pensar que os esquemas de certificação quanto à sustentabilidade são apenas parte da solução e que esses devam ser combinados com regulação pública, principalmente para que se tenha um melhor planejamento do uso da terra (UNEP-WCMC, 2009), uma vez que a mudança do uso terra é o principal vetor de impacto na biodiversidade.

Levando-se em conta os limites dos esquemas de certificação, a forma como a biodiversidade tem sido tratada nos esquemas existentes para biocombustíveis pode ser considerada satisfatória. Claramente, é necessário levar em conta os limites do que é possível obter com a certificação em curto prazo, e que a melhoria contínua é um objetivo de todas as normas. Obviamente, os esquemas de certificação existentes podem ser melhorados como consequência da experiência adquirida.

Não parece que os critérios e indicadores sobre biodiversidade nos esquemas de certificação existentes são de aplicação difícil pelos novos produtores e/ou por pequenos produtores, em locais onde haja pessoas capacitadas para isto. Em países menos desenvolvidos, a falta de pessoas capacitadas e de estrutura adequada pode dificultar a aplicação dos mesmos critérios e indicadores.

Finalmente, parece prematuro afirmar que os principais objetivos de um programa de certificação, como (i) fornecer informações valiosas para as diferentes partes interessadas, (ii) induzir a adoção de melhores práticas, (iii) diferenciar os produtos e (iv) promover comércio, serão totalmente alcançados. O conhecimento existente é ainda muito limitado para se fazer tal avaliação e poderia abordar conceitos como (i) conectividade, (ii) manutenção de fragmentos florestais, (iii) evitar iLUC, (iv) manutenção e valorização da agro biodiversidade.

Capítulo 5 – Conclusões

5.1 Contexto e Objetivos

A sustentabilidade dos biocombustíveis é uma questão polêmica, que ganhou grande dimensão desde a segunda metade da década passada. Colaboraram para acirrar o debate fatores como a crise de preços dos alimentos, em 2007-2008, cuja responsabilidade em um primeiro momento foi atribuída majoritariamente ao rápido aumento da produção de biocombustíveis. Praticamente ao mesmo tempo, vários artigos científicos foram publicados com avaliação de que o benefício dos biocombustíveis para a redução das emissões de GEE – até então o principal argumento para as políticas de apoio – seria pequeno, ou mesmo inexistente. As principais hipóteses exploradas nesses artigos foram as emissões devido ao desmatamento, causado pelos impactos indiretos da mudança do uso da terra, e as emissões de óxido nitroso devido à aplicação de fertilizantes. Também começaram a ser mais frequentes os questionamentos sobre os impactos da produção de biocombustíveis em larga escala sobre os recursos hídricos, e sobre os reais benefícios sociais e econômicos da produção para os segmentos diretamente envolvidos com a produção; casos sobre o não respeito dos direitos de uso da terra e dos direitos costumeiros passaram a ser constantemente reportados.

Os questionamentos dos potenciais impactos da produção de biocombustíveis sobre a biodiversidade não tardaram a surgir. Primeiro, por causa da experiência na expansão do cultivo de palma (dendê) na Indonésia e Malásia, com desmatamento, drenagem de pântanos, e grande perda da biodiversidade. Depois, em função da disseminação das preocupações sobre os impactos indiretos da mudança do uso da terra, com receio de que pudesse haver impactos significativos, por exemplo, na Amazônia.

Em função do grande número de artigos científicos publicados sobre temas relacionados, da pressão da sociedade civil, da ação das ONGs e, também, das motivações dos segmentos econômicos que não têm interesse na produção de biocombustíveis em larga escala (a indústria de petróleo e de alimentos, por exemplo), os governos passaram a ser mais cautelosos quando da definição das políticas de estímulo aos biocombustíveis. Na Europa, onde o debate é mais antigo e mais polarizado, a Comissão Europeia optou por definir uma Diretiva que exige o cumprimento de requisitos mínimos do ponto de vista da sustentabilidade, para que a contribuição de biocombustíveis seja aceita no cumprimento das metas assumidas pelos Estados Membros.

A chamada EU-RED induziu a definição de esquemas de certificação, que passaram a ser requeridos para viabilizar o comércio de biocombustíveis na União Europeia. Hoje, existem 14 esquemas de certificação reconhecidos pela Comissão, e o número de unidades certificadas cresce rapidamente.

O debate sobre a sustentabilidade da produção de etanol no Brasil é mais recente, e foi induzido, também, pelas decisões e discussões na Europa. A produção de etanol no Brasil tem vantagens

em relação aos demais biocombustíveis, como quanto às emissões evitadas de GEE. Isso é reconhecido internacionalmente. Mas quanto aos impactos sobre a biodiversidade o conhecimento existente no Brasil não é tão avançado. Em geral, o conhecimento sobre biodiversidade no Brasil tampouco está consolidado, e sabe-se muito menos sobre os impactos de atividades agrícolas. Mas cabe ponderar sobre a complexidade da biodiversidade existente no Brasil, o tamanho do país, e o fato de que aqui os esforços científicos são mais recentes em relação aos países do hemisfério norte.

Foi nesse contexto que o tema desta dissertação foi definido. Foram especificados dois objetivos gerais, e quatro objetivos específicos, abaixo relacionados:

Os objetivos gerais desta dissertação são analisar como tem evoluído o debate sobre a sustentabilidade dos biocombustíveis - em particular quanto aos aspectos que dizem respeito aos potenciais impactos sobre a biodiversidade - e analisar as perspectivas no Brasil, sob esta ótica, quanto à produção de etanol de cana de açúcar.

O primeiro objetivo específico do presente trabalho é a identificação das preocupações científicas e dos vários segmentos da sociedade quanto aos potenciais impactos da produção de biocombustíveis sobre a biodiversidade.

O segundo objetivo específico é a identificação de como os esquemas de certificação da sustentabilidade dos biocombustíveis abordam a biodiversidade, e a análise de que em que medida tais esquemas podem contribuir para com a minimização dos impactos.

O terceiro objetivo específico desta dissertação foi avaliar qual o estágio do conhecimento sobre os indicadores e a praticidade de aplicação de indicadores mais elaborados. Isso porque, em associação aos esquemas de certificação, cobra-se fundamentação científica para os indicadores.

Finalmente, o quarto objetivo específico foi analisar, ainda que preliminarmente, qual o estágio do conhecimento existente no Brasil sobre os impactos da produção de etanol de cana sobre a biodiversidade.

5.2 Conclusões

A respeito do objetivo geral, as principais considerações da autora desta dissertação são apresentadas a seguir.

A taxa da perda da biodiversidade precisa ser reduzida nos próximos anos para que o funcionamento dos ecossistemas dos quais dependemos, para alimentação e suprimento de água potável, saúde e lazer, além de proteção contra desastres naturais, seja garantido.

Uma reflexão tardia pode resultar perdas irreversíveis e catastróficas para o futuro da humanidade e da vida na Terra.

As preocupações ganharam intensidade nos últimos 10 anos, e a biodiversidade é o aspecto mais recentemente destacado na discussão sobre os biocombustíveis, ao menos para um público não científico, em comparação com aspectos tais como emissões evitadas de GEE, os impactos indiretos da mudança do uso da terra (ainda em relação à GEE), impactos sobre o suprimento de alimentos, outros impactos sociais (por exemplo, condições de trabalho) e impactos sobre os recursos hídricos.

As preocupações a respeito da biodiversidade derivam, em parte: (1) da dedução de que a maior produção de biocombustíveis vai induzir mudança do uso terra, e este é o fator mais impactante sobre a biodiversidade; (2) da identificação e da generalização de experiências negativas, como a produção de óleo de palma na Indonésia e Malásia, com desmatamento de florestas tropicais, e a eutrofização de corpos d'água nos EUA, decorrentes do uso de fertilizantes na produção de milho; e (3) da associação, parcialmente equivocada de fatores como o aumento da produção de cana e o desmatamento na Amazônia, no Brasil.

Prematuramente, pois pouco se sabe a respeito, em vários artigos/relatórios se defende que a produção de biocombustíveis de segunda geração é uma possível solução, pois haveria menor pressão para a mudança de uso da terra. Também se acredita que poderiam ser usadas terras degradadas e de pior qualidade para a produção de matéria prima celulósica.

Por outro lado, o conhecimento científico sobre a relação biocombustíveis-biodiversidade tem aumentado, e vários acadêmicos e ambientalistas defendem que a adoção de boas práticas agrícolas e de práticas conservacionistas podem minimizar o problema.

A respeito da produção de etanol no Brasil, os principais problemas são a monocultura extensiva, a não adoção de boas práticas conservacionistas (por exemplo, fragmentação excessiva, baixa conectividade, não preservação adequada dos recursos hídricos, aplicação de químicos, etc.) e o baixo conhecimento científico, principalmente dos impactos em longo prazo. Na medida em que aumente a produtividade, que haja integração de culturas agrícolas, que se respeitem o Código Florestal, o zoneamento agroecológico da cana atual e sejam preservadas as Áreas Prioritárias de Conservação, os resultados já serão melhores mas, provavelmente, ainda não totalmente adequados.

A respeito dos objetivos específicos, as considerações finais são apresentadas abaixo.

Em geral, os cientistas generalizam os problemas associados aos impactos da agricultura sobre a biodiversidade. Várias ONGs generalizam os piores casos. A postura das ONGs tende a ser radical em alguns aspectos, como quando se pede o fim imediato do apoio político e econômico aos biocombustíveis. De forma geral, prevalece entre elas a ideia de se aplicar o princípio da precaução nos casos nos quais não se tem informações conclusivas a respeito dos possíveis impactos negativos dos biocombustíveis.

Iniciativas com o objetivo de atender requisitos de sustentabilidade podem impor barreiras para a produção em novos países produtores, devido às limitações da capacitação humana, falta de

dados apropriados, menor competitividade da produção em pequena escala e aos custos adicionais. Claro que produtores em países em desenvolvimento teriam dificuldades maiores para atender os critérios necessários. A consequência prejudicial seria uma maior percepção de risco pelos investidores, restringindo os investimentos nesses países.

Os critérios de sustentabilidade e, indiretamente, os esquemas de certificação induzidos pelos países desenvolvidos (principalmente a UE), devem ser observados para que se possa alcançar esses mercados, que são de longe os principais. Esquemas de certificação devem ser desenvolvidos para promover o comércio e não para criar barreiras, e esse é um argumento comum na discussão dos padrões propostos. Entretanto, em que medida os esquemas de certificação realmente têm promovido o comércio, é uma questão em aberto. Há poucos trabalhos na literatura avaliando os impactos dos esquemas de certificação no comércio de produtos florestais e alimentícios, e praticamente nada sobre o comércio de biocombustíveis.

Identificamos como os esquemas de certificação da sustentabilidade dos biocombustíveis abordam a biodiversidade, e analisamos em que medida tais esquemas podem contribuir para com a minimização dos impactos. Concluímos que os mais importantes esquemas de certificação tratam a biodiversidade, e que os esquemas de certificação de biocombustíveis são mais rigorosos do que os (em geral) bem aceitos esquemas de certificação de alimentos. No que tange à biodiversidade, têm rigor semelhante ao tradicional FSC, que reforça sempre sua posição de vanguarda e grande preocupação ambiental, social e econômica. Além disso, os esquemas são heterogêneos, mas todos focaram até agora nas exigências impostas pelas EU-RED. De forma geral, os critérios e indicadores dos esquemas analisados nesta dissertação estão alinhados com os indicadores propostos para a avaliação dos impactos da bioenergia sobre a biodiversidade, e para a avaliação dos impactos de atividades econômicas específicas.

Mas a certificação é um instrumento de mercado, e limitações relativas aos custos, responsabilidade dos agentes econômicos, praticidade, etc. fazem com que critérios e indicadores não possam ser muito ambiciosos. Assim, esquemas de certificação podem e devem ser complementares à regulação pública (leis e regulações). Os esquemas podem permitir a disseminação de preocupações, induzir a adoção de melhores práticas, e a diferenciar produtores e produtos.

Certificação é uma clara tendência, e provavelmente não haverá volta. A produção no Brasil tende a ser cada vez mais certificada, mas a certificação da produção para o mercado doméstico tem menor apelo (hoje, talvez, nenhum). Por alguns anos, o apelo à exportação é que deve motivar a certificação da produção dos biocombustíveis.

Em associação aos esquemas de certificação, uma vez que em geral cobra-se fundamentação científica para os indicadores, fez-se necessário avaliar qual o estágio do conhecimento sobre os indicadores e a praticidade de aplicação de indicadores mais elaborados. Porém, a complexidade da biodiversidade, os vários aspectos do problema, as particularidades de cada caso, os custos altos para o monitoramento, o tempo requerido, o fato de que informações isoladas no tempo são

pouco relevantes, etc., tornam praticamente impossível a adoção, pelos esquemas de certificação, de indicadores usuais em trabalhos científicos. Indicadores adequados para empresas, usuais para se ter informação sobre ações, organização e comprometimento, são mais próximos do que é possível nos esquemas de certificação. De qualquer forma, uma das conclusões desta dissertação é que, conforme acima comentado, os esquemas de certificação de biocombustíveis são compatíveis com o que se espera de empresas de energia.

Uma análise, ainda que não detalhada, de qual o estágio do conhecimento existente no Brasil sobre os impactos da produção de etanol de cana sobre a biodiversidade, mostrou que o conhecimento não é o ideal, mas já existem muitas informações (que não podem ser generalizadas), bases de dados e capital humano, para que os avanços necessários sejam rápidos. Como em praticamente toda a pesquisa sobre biodiversidade, um problema é a falta de coordenação na obtenção do conhecimento (prioridades não estão claramente definidas, metodologias não são consensuais, dados não foram obtidos e compilados com a mesma lógica, etc.).

O problema é relativamente novo no Brasil e poucos estudos de campo foram realizados, e quase sempre em áreas restritas. Também, esforços para o preenchimento da lacuna entre a ciência e os formuladores de políticas precisam ser feitos. A diversificação de áreas de estudo, a identificação de grupos taxonômicos e um foco maior em mitigação dos impactos, mais do que na quantificação deles, seria benéfico para a conservação da biodiversidade em áreas onde há cultivo de cana. O cultivo em áreas degradadas também deve ser tema de futuras pesquisas no que tange conservação de biodiversidade em cultivos agrícolas.

Ainda no caso brasileiro, grande parte dos potenciais impactos negativos diretos da produção de etanol de cana sobre a biodiversidade podem ser evitados ou minimizados com o cumprimento do Novo Código Florestal, com a adoção de políticas coerentes a partir da definição de Áreas Prioritárias de Conversação, e com a criação de instrumentos econômicos e regulatórios (por exemplo, o licenciamento) alinhados com o Zoneamento Agroecológico. Em um país com grande disponibilidade relativa de terras já abertas, não é a escassez desse recurso que pressiona o desmatamento e a não adoção, ou a adoção inadequada, de práticas conservacionistas.

Por outro lado, a opinião pública internacional, principalmente motivada por algumas ONGs e por publicações científicas, tende a dar grande destaque aos eventuais impactos indiretos da mudança do uso da terra, que poderiam causar aumento das emissões de GEE no ciclo de produção de biocombustíveis, impactos sobre a oferta de alimentos, e impactos sobre a biodiversidade. O conhecimento científico sobre impactos indiretos tem evoluído rapidamente, mas ainda não é suficiente para que a relação causa-efeito possa ser adequadamente estabelecida. Quanto aos esquemas de certificação, é difícil tratar aspectos indiretos, pois a responsabilidade do agente econômico não pode ser claramente definida. Entretanto, para a imagem da produção da produção de etanol de cana no Brasil, os impactos indiretos precisam ser estudados, para que respostas definitivas, baseadas em ciência, possam ser dadas.

A complexidade da biodiversidade requer uma combinação de medidas complementares e da avaliação de diferentes indicadores para que possa ser devidamente conservada. Os esquemas de certificação são desejáveis para promover e facilitar o comércio, mas há a necessidade de serem complementados por estratégias governamentais que determinem prioridades, que encontrem um equilíbrio entre crescimento econômico e conservação da biodiversidade. Além disso, os Governos, empresas, ONGs e a sociedade civil devem contribuir, se comprometer e encorajar a proteção da biodiversidade, para que a sustentabilidade possa ser concretizada ainda no século XXI.

Referências

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. 2013. **Rótulo Ambiental**. Disponível em: <www.rotulo.abnt.org.br>. Acesso em: Agosto 2013.

BILLETER, R. *et al.* 2008. **Indicators for biodiversity in agricultural landscapes: a pan-European study**. *Journal of Applied Ecology*, 45, 141–150.

BIP – Biodiversity Indicators Partnership. 2011. **Guidance for national biodiversity indicator development and use**. UNEP World Conservation Monitoring Centre. Cambridge, UK.

BONSUCRO. 2013. Disponível em <www.bonsucro.com>. Acesso em: Agosto 2013.

BONSUCRO. 2011. **Padrão de Produção Bonsucro - Versão 3.0 Março 2011 - Incluindo Padrão de Produção Bonsucro EU**.

BRASIL. 2013. **O antigo e novo Código Florestal brasileiro: o que mudou?** Disponível em <<http://www.pensamentoverde.com.br/governo/o-antigo-e-novo-codigo-florestal-brasileiro-o-que-mudou/>>.

BUSTAMANTE, M. M. C., Melillo, J., Connor, D. J., Hardy, Y., Lambin, E., Lotze-Campen, H., Ravindranath, N. H., Searchinger, T., Tschirley, J., Watson, H. 2009. **What are the final land limits?** In: R.W. Howarth and S. Bringezu (eds) *Biofuels: Environmental Consequences and Interactions with Changing Land Use*. SCOPE. Cornell University, Ithaca.

BUTCHART, S. H. M., *et al.* 2010. **Global Biodiversity: Indicators of Recent Declines**. *Science*, 328, pp. 1164-1168. (cited by 367).

CAMPBELL, A., DOSWALD, N. 2009. **The impacts of biofuel production on biodiversity: A review of the current literature**. UNEP-WCMC, Cambridge, UK.

CARVALHO, F. M. V., DE MARCO Jr. P., FERREIRA, L. G. 2009. **The Cerrado into-pieces: Habitat fragmentation as a function of landscape use in the savannas of central Brazil**. *Biological Conservation*, 142, pp. 1392–1403.

CBDa – Convention on Biological Diversity. **Text of the CBD - Article 2 Use of Terms**. Disponível em: <www.cbd.int/convention/text/>. Acesso em : Agosto 2013.

CBDb – Convention on Biological Diversity. Disponível em: <www.cbd.int/>. Acesso em : Junho 2013.

CBDc – Convention on Biological Diversity. **About Agricultural Biodiversity**. Disponível em: <www.cbd.int/agro/about.shtml>. Acesso em: Julho de 2013.

CBD – Convention on Biological Diversity. 2010. **Tenth meeting of the Conference of the Parties to the Convention on Biological Diversity (COP 10)**. Nagóia, Japão.

CBD – Secretariat of the Convention on Biological Diversity. 2011. **Technical Series N.63, Review of the biodiversity Requirements of standards and certification schemes.**

CEN – European Committee for Standardization. 2013. Disponível em <www.cen.eu/cen>. Acesso em: Agosto 2013.

CHIARELLO, A. G. 2000. **Conservation value of a native forest fragment in a region of extensive agriculture.** Revista Brasileira de Biologia, 60(2):237-247.

CHUM, H., Faaij, A., Moreira J., Berndes, G., Dhamija, P., Dong, H., Gabrielle, B., Goss Eng, A., Lucht, W., Mapako, M., Masera Cerutti, O., McIntyre, T., Minowa, T., Pingoud, K. 2011. **Bioenergy.** In IPCC Special Report on Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation [O. Edenhofer, R. Pichs-Madruga, Y. Sokona, K. Seyboth, P. Matschoss, S. Kadner, T. Zwickel, P. Eickemeier, G. Hansen, S. Schlomer, C. von Stechow (eds)], Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

COTTER, J., TIRADO, R. *et al.* **Policy on Bioenergy.** Greenpeace. Disponível em: <http://pcij.org/blog/wp-docs/Greenpeace_bionergy.pdf>.

DENNISON, S. 2011. **Biofuels: Biodiversity Data.** Winrock International. Disponível em: <http://ec.europa.eu/energy/renewables/studies/doc/biofuels/2011_biofuels_baseline_2008.pdf>. Acesso em: Julho 2013.

Dias, B. F. S. **Conservação da Biodiversidade no Bioma Cerrado: histórico dos impactos antrópicos no Bioma Cerrado.**

DINIZ-FILHO, J. A. F., BINI, L. M., VIEIRA, C. M., DE SOUZA, M. C., BASTOS, R. P., BRANDAO, D., OLIVEIRA, L. G. 2004. **Spatial patterns in species richness and priority areas for conservation of anurans in the Cerrado region, Central Brazil.** Amphibia Reptilia 25 (1), pp. 63-75.

DOORNBOSCH, R., STEENBLIK, R. 2007. **Biofuels: is the cure worse than the disease?** Technical report. OECD.

DUELLI, P., OBRIST, M. K. 2003. **Biodiversity indicators: the choice of values and measures.** Agriculture, Ecosystems and Environment. 98, pp. 87–98.

DUFT, D. 2013. Documentos do Programa de Sustentabilidade do Laboratório Nacional de Ciência e Tecnologia do Bioetanol.

EBI - The Energy & Biodiversity Initiative. **Biodiversity Indicators for Monitoring Impacts and Conservation Actions.** Disponível em: <www.theebi.org/pdfs/indicators.pdf>.

EFROYMSON, R. A. *et al.* 2011. **Environmental Indicators of Biofuel Sustainability: What About Context?** Environmental Management. 37 (1).

ENGLUNG, O. 2010. **Biodiversity considerations in certified biomass production - An overview of biomass certification systems.**

- ERNST& YOUNG. 2011. **Biofuels and indirect land use change - The case for mitigation.**
- EUROPEAN COMMISSION. 2011. **First EU sustainability schemes for biofuels get the go-ahead. European Commission – Press Release.** 19 July.
- EUROPEAN PARLIAMENT. 2008. **European Parliament legislative resolution of 17 December 2008 on the proposal for a directive on the promotion of the use of energy from renewable sources.**
- EUROPEAN COMMISSION. 2011. **First EU sustainability schemes for biofuels get the go-ahead. European Commission – Press Release.**
- FAO – Food and Agriculture Organization. 2008. **The state of food and Agriculture 2008. Biofuels: prospects, risks and opportunities.** FAO: Rome.
- FARGIONE, J., HILL, J., TILMAN, D., POLASKY, S., HAWTHORNE, P. 2008. **Land clearing and biofuel carbon.** Science 319, 1235–1238.
- FITZHERBERT, E. B., Struebig, M. J., Morel, A., Danielsen, F., Donald, P. F., Phalan, B. 2008. **How will oil palm expansion affect biodiversity?** Trends in Ecology and Evolution, 23, 538-545.
- FSC - Forest Stewardship Council. 2012. **Principles and Criteria for FSC-Std-01-001 V5-0.** Disponível em: <www.fsc.org>. Acesso em: Agosto 2013.
- FSC - Forest Stewardship Council. **High Conservation Values and Biodiversity: identification, management and monitoring.** Disponível em: <www.fsc.org>. Acesso em: Agosto 2013.
- GAINES, W. L., HARROD, R. J., LEHMKUHL, J. F. 1999. **Monitoring biodiversity: quantification and interpretation.** General Technical Report PNW-GTR-443. Portland: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station. 27 p.
- GALLAGHER, E. 2008. **The Gallagher Review of the indirect effects of biofuels production.** Renewable Fuels Agency, UK.
- GANEM, R. S., DRUMMOND, J. A., FRANCO, J. L. A. 2008. **Análise das Áreas Prioritárias para Conversação no Bioma Cerrado.** IX Simpósio Nacional Cerrado & II Simpósio Internacional Savanas Tropicais. Brasília.
- GASTON, K. J. 2010. **Biodiversity.** In: Sodhi, NS, Ehrlich, PR (editors). Conservation Biology for All. Oxford University Press.
- GBEP - Global Bioenergy Partnership. 2013. Rome, Italy, FAO/GBEP. Disponível em <www.globalbioenergy.org>. Acesso em: Agosto de 2013.
- GBEP - Global Bioenergy Partnership. 2008. **A Review of the Current State of Bioenergy Development in G8 +5 Countries.** Rome, Italy, FAO/GBEP.

GIRARDI, E. P. Disponível em <http://docs.fct.unesp.br/nera/atlas/m_conf_territorial.htm>

GLOBAL BIO-3 – CBD. 2010. **Global Biodiversity Outlook 3**. Secretariat of the Convention on Biological Diversity. Montréal.

GLOBAL G.A.P. – Global Good Agricultural Practices.2012. **Control Points and Compliance Criteria – Compound Feed Manufacturing**.

GOLDEMBERG, J., COELHO, S. T., GUARDABASSI, P. 2008. **The sustainability of ethanol production from sugarcane**. Energy Policy, 36, pp. 2086– 2097.

GOLDEN, J. S.*et al.* 2010.**An Overview of Ecolabels and Sustainability Certifications in the Global Marketplace**. INTERIM REPORT DOCUMENT #2010-10-1.Duke University.

GOOVAERTS, L., PELKMANS, L., GOH, C. S., *et al.* 2013. **Strategic Intertask Study: Monitoring Sustainability Certification of Bioenergy. Task 1: Examining Sustainability Certification of Bioenergy**. IEA Bioenergy.

GRATIVOL, A. D. 2006. **Perda de diversidade genética nos ecossistemas brasileiros, com ênfase em espécies ameaçadas e espécies de interesse econômico**. Relatório final. Brasília: Secretaria de Biodiversidade e Florestas/MMA.

GREENENERGY. 2011. **Annual Report to the Department for Transport – Biofuels supplied under the RTFO**.

GREENPEACE.2008a. **Precaution on Biofuels. Preparatory text to COP 9 CBD**.

GREENPEACE.2008b. **Greenpeace's positions on UN biodiversity summit**.

GREENPEACE.2012. **Greenpeace scorecard on palm oil producers**. Greenpeace Southeast Asia

GROOM, M. J., GRAY, E. M., TOWNSEND, P. A. 2008.**Biofuels and Biodiversity: Principles for Creating Better Policies for Biofuel Production**. Conservation Biology, Volume 22, No. 3, 602–609.

HELLMANN, F., VERBUNG, P. H. 2010.**Impact assessment of the European biofuel directive on land use and biodiversity**. Journal of Environmental Management, Volume 91.1389-1396.

HOOJIER, A., SILVIUS, M., WOSTEN, H., PAGE, S. 2006. **Assessment of CO2 emissions from drained peatlands in SE Asia. A technical report**. Netherlands, Wetlands International.

IEA – International Energy Agency. 2011. **Technology Roadmap – biofuels for transport**. IEA: Paris.

IMMERZEEL D. J., VERWEIJ, P. A., HILST, F. V. D., FAAIJ, A. E. P. C. 2013. **Biodiversity impacts of bioenergy crop production: a state-of-the-art review**. GCB Bioenergy, doi: 10.1111/gcbb.12067.

IPEA – Instituto de Pesquisas Econômicas Aplicadas. 2011. **Sustentabilidade Ambiental no Brasil: biodiversidade, economia e bem-estar humano**. Série Eixos do Desenvolvimento Brasileiro. Brasília.

ISA – INSTITUTO SOCIAL AMBIENTAL. 2013. **Sociedade civil lança Observatório do Código Florestal**. Disponível em <www.socialambiental.org>.

ISCC - International Sustainability and Carbon Certification. 2011. **(ISCC 202) Requisitos de Sustentabilidade para a Produção de Biomassa - ISCC 15/03/2011 V.2.3-EU**.

ISCC - International Sustainability and Carbon Certification. 2013. Disponível em <www.iscc-system.org>. Acesso em: Agosto 2013.

ISMAIL, M., ROSSI, A. 2010. **A Compilation of Bioenergy Sustainability Initiatives**. Rome: Food and Agriculture Organization of the UN (FAO).

ISMAIL, M., ROSSI, A. 2010. **A Compilation of Bioenergy Sustainability Initiatives**. Rome: Food and Agriculture Organization of the UN (FAO). Based on McLaughlin, D.W. 2008. **World Bank/WWF Biofuels Environmental Sustainability Scorecard**.

ITC - International Trade Centre. 2011. **The Impacts of Private Standards on Producers in Developing Countries**. Geneva: ITC.

IUCN. 2010. Disponível em: <www.iucn.org>. Acesso em: Agosto 2013.

IUCN. 2011. **Carrots and sticks for sustainable biofuels**. Disponível em: <www.iucn.org/?uNewsID=8421>. Acesso em: Junho 2013.

IUCN. 2012a. **Forum session on - Limiting biodiversity impacts from biofuels through land use mapping and certification schemes**.

IUCN. 2012b. **IUCN Business Engagement Strategy. Global Business and Biodiversity Programme Report 2011–2012**.

IUCN. 2013. **The IUCN Red List of Threatened Species**. Disponível em <www.iucnredlist.org>. Acesso em: Junho 2013.

JOLY, C. A., HADDAD, C. F. B., VERDADE, L. M., OLIVEIRA, M. C., BOLZANI, V. S., BERLINCK, R. G. S. 2011. **Diagnóstico da pesquisa em biodiversidade no Brasil**. Revista USP, n.89, p. 114-133.

KAMPMAN, B., VAN GRINSVEN, A., CROEZEN, H. 2012. **Sustainable alternatives for land-based biofuels in the European Union - assessment of options and development of a**

policy strategy. Delft, CE Delft, December. Report commissioned by Greenpeace European Unit.

KEAM, S., MC CORMICK, N. (2008). **Implementing Sustainable Bioenergy Production; A Compilation of Tools and Approaches.** Gland, Switzerland: IUCN. 32pp.

KLINK, C. A., MACHADO, R. B. 2005. **Conservation of the Brazilian Cerrado.** *Conservation Biology*, 19(30), pp. 707-713.

KOH, L. P., WILCOVE, D. S. 2007. **Is oil palm agriculture really destroying tropical biodiversity?** *Conservation Letters*, 1, 60-64.

KOH, L. P., GHAZOUL, J. 2008. **Biofuels, biodiversity, and people: Understanding the conflicts and finding opportunities.** *Biological Conservation* 141, 2450-2460.

KOH, L. P., WILCOVE, D. S. 2009. **Oil palm: disinformation enables deforestation.** *Trends in Ecology & Evolution*, 24, 67-68.

LEWANDOWISKI, I., FAAIJ, A. 2006. **Steps towards the development of a certification system for sustainable bio-energy trade.** *Biomass and Bioenergy*, 30(2): 83–104.

LEWINSOHN, T. M. e Prado , P. I. 2005. **“How Many Species Are There in Brazil?”** in *Conservation Biology* 19. pp. 619-24.

LEI 12.651. 2012. **Novo Código Florestal.** Lei publicada em 25 de Maio de 2012.

LEITE, R. C. C., LEAL, M. R. L. V., CORTEZ, L. A. B., GRIFFIN, W. M., SCANDIFFIO, MIG. 2009. Can Brazil replace 5% of the 2025 gasoline world demand with ethanol? *Energy*, 34, pp. 655–661.

LIRA, P. K., TAMBOSI, L. R., EWERS, R. M., METZGER, J. P. 2012. **Land-use and land-cover change in Atlantic Forest landscapes.** *Forest Ecology and Management*, 278, pp. 80–89.

LYRA-JORGE, M. C., CIOCHETI, G., PIVELLO, V. R. 2008. **Carnivore mammals in a fragmented landscape in northeast of São Paulo State, Brazil.** *Biodiversity Conservation*. 17:1573–1580.

MACE, G. M., BAILLIE, J. E. M. 2007. **The 2010 Biodiversity Indicators: Challenges for Science and Policy.** *Conservation Biology*, 21 (6). pp. 1406–1413.

MAPA – Ministério da Agricultura e Pecuária. 2013. Dados de produção de cana. Disponível em www.agricultura.gov.br.

McBRIDE, A. C. *et al.* 2011. **Indicators to support environmental sustainability of bioenergy systems.** *Ecological Indicators*. 11, pp: 1277–1289.

MEA - **Millenium Ecosystem Assessment.** 2000.

MEA - Millennium Ecosystem Assessment. 2005. **Ecosystems and Human Well-being: Biodiversity Synthesis**. A Report of the Millennium Ecosystem Assessment. Disponível em: <www.unep.org/maweb/documents/document.354.aspx.pdf>. Acesso em: Maio 2013.

MITLACHER, G., KRALJEVIC, A. 2010. **WWF Position Papers. Agricultural Biodiversity - Biofuels and Biodiversity: Consideration of Ways and Means to Promote the Positive and Minimize the Negative Impacts of the Production and Use of Biofuels on Biodiversity**. Subsidiary Body on Scientific, Technical and Technological Advice (SBSTTA-14). UNEP Headquarters, Nairobi Kenya; May 10 – 21.

METZGER, JP. 2010. **O Código Florestal tem base científica?** *Natureza & Conservação*, 8(1), pp. 1-5.

MITTERMEIR *et al.* 1997. *Megadiversidad: los países biologicamente mas ricos del mundo*. Ed. 1. Mexico: Cementos Mexicanos.

MMA – Ministério do Meio Ambiente. 2010. *Biodiversidade no Brasil*. Disponível em www.brasil.gov.br/cop10/panorama/brasil-e-a-biodiversidade#0

MMA – Ministério do Meio Ambiente. **Agenda 21 e Biodiversidade**. Disponível em: <www.mma.gov.br/estruturas/agenda21/_arquivos/CadernodeDebates9.pdf>. Acesso em: Junho 2013.

MMA – Ministério do Meio Ambiente. 2011. **Quarto Relatório Nacional para a Convenção sobre Diversidade Biológica**. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/sbf2008_dcbio/_arquivos/quarto_relatorio_147.pdf>. Acesso em: Junho 2013.

MMA – Ministério do Meio Ambiente. 2007. **Áreas Prioritárias para Conservação, Uso Sustentável e Repartição de Benefícios da Biodiversidade Brasileira**. Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Biodiversidade e Florestas. – Brasília.

MANZATTO, C. V., ASSAD, E. D., BACCA, J. F. M., ZARONI, M. J., PEREIRA. 2009. **Zoneamento agroecológico da cana-de-açúcar**. Rio de Janeiro. Embrapa Solos.

MARTINELLI, L. A., FILOSO, S. 2008. **Expansion of sugarcane ethanol production in Brazil: Environmental and social challenges**. *Ecological Applications*, 18, 885-898.

MARTINELLI, L. A., FILOSO, S. 2009. **Balance between food production, biodiversity and ecosystem services in Brazil: a challenge and an opportunity**. *Biota Neotropica*, 9(4): pp. 021-025.

MARTINELLI, L. A., NAYLOR, R., VITOUSEK, P. M., MOUTINHO, P. 2010. **Agriculture in Brazil: impacts, costs, and opportunities for a sustainable future**. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 2, pp. 431–438.

- MIRANDA, J. R., MIRANDA, E. E. 2004. **Biodiversidade e sistemas de produção orgânicos: recomendações no caso da cana-de-açúcar**. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 94 pg.
- MIRANDA, JR, AVELLAR, LM. 2008. Sistemas Agrícolas Sustentáveis e Biodiversidade Faunística: o caso da cana orgânica em manejo agroecológico. INTERFACEHS.
- NASCIMENTO, JL, CAMPOS, IB (organizadores). 2011. **Atlas da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção em Unidades de Conservação Federais**. Brasília: Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade.
- NL AGENCY. 2011. **How to select a biomass certification scheme?**.Ministry of Economic Affairs, Agriculture and Innovation.
- NOSS, R. F. 1990. **Indicators for Monitoring Biodiversity: A Hierarchical Approach**. US. Environmental Protection Agency Environmental Research Laboratory.
- PEREIRA, H. M., NAVARRO, L. M., MARTINS, I. S. 2012.**Global Biodiversity Change: The Bad, the Good, and the Unknown**. Annual Review on Environmental Resources. Vol. 37, 25–50.
- RANGEL, T. F. L. V. B., BINI, L. M., DINIZ-FILHO, J. A. F., PINTO, M. P., CARVALHO, P., BASTOS, R. P. 2007. **Human development and biodiversity conservation in Brazilian Cerrado**. Applied Geography, 27, pp. 14–27.
- REDE GESTÃO SUSTENTÁVEL. 2013. **Críticas ao Novo Código Florestal**. Disponível em <www.redegestaosustentavel.blogspot.com.br/2013/05/criticas-ao-novo-codigo-florestal.html>.
- REVISTA ECOLÓGICO. 2012. **A posição do WWF sobre o Novo Código Florestal**. Disponível em<www.revistaecologico.com.br/noticia.php?id=909>.
- RIBEIRO, M. C., METZGER, J. P., MARTENSEN, A. C., PONZONI, F. J., HIROTA, M. M. 2009. **The Brazilian Atlantic Forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed?** Implications for conservation. Biological Conservation, 142, pp. 1141–1153.
- RICHERT, W. 2008.**Positions on Bioenergy**.Greenpeace.
- ROCKSTROM, J.*et al.*, 2009.**Planetary Boundaries**. Nature. Vol 461|24 September 2009.
- RODRIGUES, R. R., GANDOLFI, S., NAVEA, A. G., ARONSON, J., BARRETO, T. E., VIDALA, C. Y., BRANCALION, P. H. S. 2011. **Large-scale ecological restoration of high-diversity tropical forests in SE Brazil**. Forest Ecology and Management, 261, pp. 1605–1613.
- ROYAL SOCIETY. 2008. **Sustainable biofuels: prospects and challenges**. The Royal Society, Cardiff, UK.
- RSB – Roundtable on Sustainable Biofuels. 2011. **Indicators of Compliance for the RSB Principles & Criteria**.

RSB – Roundtable on Sustainable Biomaterials. 2013. Disponível em: <<http://rsb.org>>. Acesso em: Agosto de 2013.

RSPO – Roundtable on Sustainable Palm Oil. 2013. Disponível em <<http://www.rspo.org/>>. Acesso em: Agosto 2013.

RSPO – Roundtable on Sustainable Palm Oil. 2013. **RSPO Principles and Criteria for Sustainable Palm Oil Production.**

SALA, O. E., CHAPIN, S. S., ARMESTO, J. J., *et al.* 2000. **Global Biodiversity Scenarios for the Year 2100.** Science. n. 287.

SALA, O. E., SAX, D., LESLIE, H. 2009. **Biodiversity consequences of biofuel production.** Pages 127-137 in R.W. Howarth and S. Bringezu (eds) Biofuels: Environmental consequences and Interactions with Changing Land Use.

SALEMI, L. F., GROppo, J. D., TREVISAN, R., MORAES, J. M., LIMA, W. P., MARTINELLI, L. A. 2012. **Riparian vegetation and water yield: a synthesis.** Journal of Hydrology, 454-455:195-202.

SAWYER, D. 2008. **Climate change, biofuels and eco-social impacts in the Brazilian Amazon and Cerrado.** Philosophical Transactions of the Royal Society Biological Sciences, 363, 1747-1752.

SCARLAT, N., DALLEMAND, J. F. 2011. **Recent developments of biofuels/bioenergy sustainability certification: A global overview.** Energy Policy, 39, 1630–1646.

SEARCHINGER *et al.* 2008. **Use of U.S. croplands for biofuels increases greenhouse gases through emissions from land use change.** Science 319: 1238–1240.

SEBI - **Streamlining European Biodiversity Indicators.** 2010. Disponível em: <www.biodiversity.europa.eu/topics/sebi-indicators>. Acesso em: Julho 2013.

SILVA, J. F., FARINAS, M. F., FELFILI, J. M., KLINK, C. A. 2006. **Spatial heterogeneity, land use and conservation in the cerrado region of Brazil.** Journal of Biogeography, 33, pp. 536–548.

SMEETS, E., JUNGINNER, M., FAAIJ, A., WALTER, A., DOLZAN, P., TURKENBOURG, W. 2008. **The sustainability of Brazilian ethanol - An assessment of the possibilities of certified production.** Biomass and Bioenergy, pp. 781 – 813.

SPAROVEK, G. 2013. Professor e pesquisador da ESALQ. Comunicação pessoal em Agosto de 2013.

STEFFEN, W., *et al.* 2011. **The Anthropocene: From Global Change to Planetary Stewardship.** Royal Swedish Academy of Sciences 2011

SUOMELA, M. 2010. **Bioenergy: a problem or a solution.**

NUSSBAUM, R., SIMULA, M. 2005. *The Forest Certification handbook*. 2nd edition. Earthscan.

TOLLEFSON, J. 2010. *The Global Farm*. *Nature*, 466, pp. 554-6.

UNEP. 2012. **Decision adopted by the Conference of the Parties to the Convention on Biological Diversity at its eleventh meeting - UNEP/CBD/COP/DEC/XI/27.**

UNEP-WCMC - The United Nations Environment Programme World Conservation Monitoring Centre. 2009. **The impacts of biofuel production on biodiversity: A review of the current literature.**

UNU-IAS - United Nations University & Institute of Advanced Studies. STROMBERG, P. M., GASPARATOS, A., LEE J. S. H., J., GARCIA-ULLOA, J., KOH, L. P., TAKEUCHI, K. 2010. **Impacts of Liquid Biofuels on Ecosystem Services and Biodiversity**. Policy Report.

VAN DAM, J. JUNGNER, M., FAAIJ, A., JURGENS, I., BEST, G., FRITSCHÉ, U. 2008. **Overview of recent developments in sustainable biomass certification**. *Biomass and Bioenergy*, 32, pp. 749–780.

VENTER, O., Meijaard, E., Possingham, H., Dennis, R., Sheil, D., Wich, S., Hovani, L., Wilson, K. 2009. **Carbon payments as a safeguard for threatened tropical mammals**. *Conservation Letters*, 2, 123-129.

WALTER, A., OLIVEIRA, C. O. F. 2012. Livro: Sustainability of sugarcane bioenergy. Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE). **Capítulo 11: Certification for sugarcane production processes**. 336p.

WALTER, A., GALDOS, M. V., SCARPARE, F. V., LEAL, M. R. L. V., SEABRA, J. E. A., CUNHA, M. P., PICOLI, M. C. A., OLIVEIRA, C. O. F. 2013. **Brazilian sugarcane ethanol: Developments so far and challenges for the future**. Paper aceito para publicação na Wiley Interdisciplinary Reviews – Energy and Environment.

WILSON, E. O. 1988. **Biodiversity**. National Academy Press. Washington, D.C.

WRI - World Resources Institute. 2010. **Global Ecolabel Monitor**. Published by World Resource Institute and BigRoom, Inc. Disponível em: <www.ecolabelindex.com>.

WRI - World Resources Institute. 2005. **Millennium Ecosystem Assessment: Ecosystems and human wellbeing: biodiversity synthesis**.

WWF. 2012a. **Position Paper 29 for the Conference of the Parties to the Convention on Biological Diversity - Eleventh meeting (COP11)**.

WWF. 2012b. **WWF Policy**. Disponível em: <www.panda.org/bioenergy>. Acesso em: Abril 2013.

WWF. 2012c. **Living Planet Report 2012**. WWF International.

WWF. 2012d. **Better Production for a Living Planet – WWF Highlights 2012**. Disponível em: <www.awsassets.panda.org/downloads/wwf___better_production_for_a_living_planet___2012_web.pdf>. Acesso em: Maio 2013.

WWF. **WWF's view on biofuels: how to achieve sustainability?** Disponível em: <www.sustainableethanolinitiative.com/default.asp?id=1364>.

WWF. 2013. **Planejamento Sistemático da Conservação – Criação de Unidades de Conservação**. Disponível em <www.wwf.org.br/natureza_brasileira/reducao_de_impactos2/lep/textos/psc/>. Acesso em Agosto de 2013.

YOCCOZ, N. G., NICHOLS, J. D., BOULINIER, T. 2001. **Monitoring of biological diversity in space and time**. Trends in Ecology & Evolution, 16 (8), pp. 446-453.