



## Capítulo 7

# Políticas de fomento à adoção de Sistemas de Integração Lavoura, Pecuária e Floresta no Brasil

---

*Luiz Adriano Maia Cordeiro  
Luiz Carlos Balbino*

## Introdução

Os sistemas de integração<sup>1</sup> são estratégias de produção sustentável que integram atividades agrícolas, pecuárias e/ou florestais, fundamentada na combinação espacial e temporal dos componentes do sistema produtivo (Balbino et al., 2011a).

Estes sistemas contribuem para a intensificação sustentável do uso do solo, levando em conta o efeito poupa-terra, os impactos técnicos e econômicos positivos, a melhoria da atividade biológica e da qualidade do solo. De fato, aproveitam-se os efeitos de sinergismo e complementaridade quando se associam duas ou mais atividades da produção agropecuária na mesma área. Além disso, promovem efeitos na mitigação da emissão de Gases de Efeito Estufa (GEE) e na diminuição da pressão pelo desmatamento. Esses sistemas ampliam o aproveitamento dos fatores de produção e a oferta ambiental das áreas agrícolas entre 90% e 100% do tempo ao longo do ano (Cordeiro et al., 2015a).

Os sistemas de integração podem ser adotados tanto por grandes quanto por pequenos produtores rurais. No Brasil existem diversas políticas de fomento à adoção de sistemas de integração envolvendo setores públicos, em âmbito nacional como estadual, bem como ações da iniciativa privada. Este capítulo apresenta exemplos de políticas públicas, ações privadas e parcerias público-privadas de fomento à adoção de sistemas de integração entre lavoura, pecuária e/ou floresta no Brasil.

## Adoção de Sistemas de Integração no Brasil

O potencial de adoção de sistemas de integração em diferentes ecossistemas brasileiros está condicionado a diversos fatores, de acordo com Vilela et al. (2001) e Dias-Filho (2007): disponibilidade de solos favoráveis; infraestrutura para produção e armazenamento da produção; recursos financeiros próprios ou acesso a crédito; domínio da tecnologia para produção de grãos e pecuária; acesso a mercado para compra de insumos e comercialização da produção; acesso a assistência técnica; e possibilidade de arrendamento da terra ou de parceria com produtores tradicionais de grãos.

A adoção de sistemas de integração havia sido estimada por Balbino et al. (2011a) em, aproximadamente, 2 milhões de hectares nos biomas brasileiros. Entretanto, pesquisa recente, divulgada por Embrapa (2016), mostra que, atualmente, a área de adoção com algum sistema integração (ILP, IPF, ILF ou ILPF) no Brasil abrange 11,5 milhões de hectares.

Os Estados que se destacam em área de adoção de sistemas de integração são: Mato Grosso do Sul, com dois milhões de hectares; Mato Grosso, com 1,5 milhão; Rio Grande do Sul, 1,4 milhão, que se destacou também como o Estado com maior número de propriedades participantes de alguma das modalidades; Minas Gerais, 1,0 milhão; e, Santa Catarina, com 680 mil hectares. No âmbito dos produtores rurais com atuação predominante na pecuária e que adotam a estratégia, 83% utilizam o sistema de ILP (sendo 9% ILPF, 7% IPF) e entre os produtores de grãos, 99% adotam o sistema ILP (sendo 0,4% ILPF e 0,2% ILF). Entre os produtores rurais

<sup>1</sup> Sistemas de integração: Integração Lavoura-Pecuária (ILP) ou Sistema Agropastoril; Integração Pecuária-Floresta (IPF) ou Sistema Silvopastoril; Integração Lavoura-Floresta (ILF) ou Sistema Silviagrícola; e, Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF) ou Sistema Agrossilvipastoril (BALBINO et al., 2011a).

cujo foco predominante é a pecuária, os principais fatores motivadores para a adoção do sistema foram a redução de impactos ambientais, entendida como uma preocupação de adequar ambientalmente a atividade diante das pressões da sociedade e dos mercados e o interesse dos pecuaristas na recuperação das pastagens. Já entre os produtores de grãos, os principais fatores que justificaram a adoção estão diretamente relacionados ao aumento da produtividade e ao incremento na resiliência dos sistemas produtivos com consequente diminuição dos riscos financeiros na atividade (Embrapa, 2016).

Este aumento de interesse pelos sistemas de integração demanda cada vez mais a existência e a consolidação de políticas públicas, de parcerias, de crédito e de ações de fomento direcionadas à expansão deste tipo de produção.

## Políticas Públicas de Fomento à Adoção de Sistemas de Integração

Os sistemas de integração são dinâmicos e complexos, em virtude das interações entre culturas, animais e diversas práticas. Por serem dinâmicos, esses sistemas necessitam de pesquisas científicas e tecnológicas contínuas. Faz-se necessária também a criação de políticas públicas, para que os agricultores consigam superar barreiras econômicas e barreiras operacionais, e também investimentos em capacitação de técnicos e na formação de profissionais de ensino superior e de escolas profissionalizantes da área agropecuária (Balbino et al., 2011b).

### Plano ABC (Agricultura de Baixa Emissão de Carbono)

O Brasil é um dos países emergentes que não foram obrigados a fixar metas de redução de emissões de GEE em acordos internacionais. Entretanto, apresentou um conjunto de ações voluntárias estabelecidas para reduzir suas emissões de GEE durante a realização da 15ª Conferência entre Partes (COP-15) da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, em Copenhague, Dinamarca (Brasil, 2010a, 2012).

Desta forma, o País assumiu compromissos que prevêm a redução das emissões de GEE projetadas para 2020, entre 36,1% e 38,9%, estimando assim uma redução da ordem de 1.168 e 1.259 milhões de toneladas de CO<sub>2</sub>eq<sup>2</sup> do total das emissões estimadas para o ano de 2020. Para tanto, foram propostas a redução do desmatamento na Amazônia e no Cerrado, a ampliação da eficiência energética e a adoção de práticas sustentáveis na agricultura. O setor agropecuário contribuirá com a redução de 22,5% dessas emissões (em torno de 132,9 a 162,9 milhões de toneladas de CO<sub>2</sub>eq), por meio da adoção de tecnologias sustentáveis (Tabela 1). Os sistemas de integração fazem parte destas tecnologias, cuja contribuição na mitigação de GEE se daria pela expansão da área de adoção em 4 milhões de hectares (Brasil, 2010a, 2012).

---

<sup>2</sup> Dióxido de carbono equivalente: medida utilizada para comparar as emissões de vários GEE baseadas no *Global Warming Potential* (ou Potencial de Aquecimento Global).

**Tabela 1.** Processo tecnológico agrícola, compromisso brasileiro (aumento da área de adoção ou uso, em hectares e m<sup>3</sup>) e potencial de mitigação (em milhões de toneladas de CO<sub>2</sub>eq) do processo.

Processo Tecnológico	Compromisso (aumento de área/uso em hectares)	Potencial estimado de Mitigação (milhões ton CO <sub>2</sub> eq)
Recuperação de Pastagens Degradadas <sup>1</sup>	15,0 milhões ha	83 a 104
Integração Lavoura-Pecuária-Floresta <sup>2</sup>	4,0 milhões ha	18 a 22
Sistema Plantio Direto	8,0 milhões ha	16 a 20
Fixação Biológica de Nitrogênio	5,5 milhões ha	10
Florestas Plantadas <sup>3</sup>	3,0 milhões ha	-
Tratamento de Dejetos Animais <sup>4</sup>	4,4 milhões m <sup>3</sup>	6,9
<b>TOTAL</b>	<b>35,5 milhões ha</b>	<b>132,9 a 162,9</b>

<sup>1</sup> Por meio do manejo adequado e adubação.

<sup>2</sup> Incluindo sistemas agroflorestais (SAFs).

<sup>3</sup> Não está computado o compromisso brasileiro relativo ao setor da siderurgia; e, não foi contabilizado o potencial de mitigação de emissão de GEE.

<sup>4</sup> Compromisso expresso em volume (m<sup>3</sup>) de dejetos de animais tratados.

Fonte: Brasil (2010a, 2012)

Esses compromissos foram ratificados no artigo 12 da Lei que institui a Política Nacional sobre Mudanças do Clima – PNMC (Lei no 12.187, de 29 de dezembro de 2009). Consta nesta legislação, que o Poder Executivo estabelecerá “Planos Setoriais de Mitigação e de Adaptação às Mudanças Climáticas visando a Consolidação de uma Economia de Baixo Consumo de Carbono” em setores da economia, inclusive na agricultura (Brasil, 2009).

Em 9 de dezembro de 2010, foi publicado o Decreto no 7.390 que regulamenta alguns artigos da Lei no 12.187. Para efeito desta regulamentação, no caso específico da agricultura, ficou estabelecido que fosse constituído o “Plano Setorial para a Consolidação de uma Economia de Baixa Emissão de Carbono na Agricultura” (Brasil, 2010a), posteriormente, denominado “Plano ABC (Agricultura de Baixa Emissão de Carbono)” coordenado pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) e pelo Ministério do Desenvolvimento Agrário (MDA) (Brasil, 2012).

O objetivo geral do Plano ABC é promover a mitigação da emissão dos GEE na agricultura no âmbito da PNMC, melhorando a eficiência no uso de recursos naturais, aumentando a resiliência de sistemas produtivos e de comunidades rurais, e possibilitar a adaptação do setor agropecuário às mudanças climáticas. O Plano ABC é composto por sete programas, seis deles referentes às tecnologias de mitigação, e ainda um último programa com ações de adaptação às mudanças climáticas. Em cada programa deste plano se propõe a adoção de uma série de ações, como por exemplo, fortalecimento das organizações de assistência técnica e extensão rural oficial, capacitação e informação, estratégias de transferência de tecnologia, tais como dias-de-campo, palestras, seminários, *workshops*, implantação de Unidades de Referência Tecnológica (URTs)<sup>3</sup>, além de campanhas de divulgação e

<sup>3</sup> Unidade de Referência Tecnológica (URT) é um modelo físico de sistemas de produção, implantado em área pública ou privada, visando à validação, demonstração e transferência de tecnologias geradas, adaptadas e/ou recomendadas pelo Sistema Nacional de Pesquisa Agropecuária (SNPA) para a região.

chamadas públicas para contratação de serviços de Assistência Técnica e Extensão Rural (ATER). O Programa 2 é dedicado à sistemas de integração entre lavoura, pecuária e/ou floresta e Sistemas Agroflorestais (SAFs) (Brasil, 2012).

Além de ações típicas de transferência de tecnologias, serão realizadas ações em termos de pesquisa e desenvolvimento tecnológico, incentivo a mecanismos de certificação, redução de custos de escoamento e agregação de valor, disponibilização de insumos básicos e inoculantes para agricultores familiares e de assentados da reforma agrária, fomento a viveiros florestais, redes de coleta de sementes de espécies nativas, disponibilização de linhas crédito rural, entre outras (Brasil, 2012).

Por sua vez, Cordeiro et al. (2011) afirmam que o Plano ABC é um conjunto de ações que promovem a “baixa” emissão de GEE pelo setor agropecuário, e não a “nula” emissão, o que seria impossível na prática. Os autores também lembram que o Plano ABC tem por objetivo garantir o aperfeiçoamento contínuo e sustentado das práticas de manejo que reduzam a emissão dos GEE e, adicionalmente, que aumentem a fixação atmosférica de CO<sub>2</sub> na vegetação e no solo dos setores da agricultura brasileira.

O Plano ABC é considerado um instrumento de política pública que traz uma visão diferente de se fazer agricultura no Brasil e nos trópicos. Busca incentivar o investimento em tecnologias sustentáveis com a adoção de boas práticas agrícolas e a integração de sistemas produtivos capazes de aumentar a produção e, com isso, abastecer o mercado interno, exportar mais, melhorar a renda e o bem-estar social e econômico do produtor e da população, além de preservar os recursos naturais e manter o equilíbrio ambiental com a consequente redução da emissão dos GEE (Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil, 2012).

A importância do Plano ABC para o agronegócio brasileiro foi ratificada e ampliada na COP-21 através da iNDC para o setor agropecuário, tornando o Plano ABC, e consequentemente a linha de crédito do Programa ABC, o principal instrumento em busca de uma agricultura sustentável (Machado, 2016).

Assim, após a COP-21 ocorreu a ratificação do Acordo de Paris sobre Mudança do Clima pelo governo brasileiro, em 2016. Neste evento, o Brasil apresentou a “pretendida Contribuição Nacionalmente Determinada” (*intended Nationally Determined Contribution – iNDC*) e uma nova meta total de redução de emissões de GEE, de 37% até 2025 e 43% até 2030. Para a agropecuária está previsto o fortalecimento das ações do Plano ABC, como a principal estratégia para o desenvolvimento sustentável na agricultura, inclusive por meio da recuperação adicional de 15 milhões de hectares de pastagens degradadas até 2030 e pelo incremento de 5 milhões de hectares de sistemas de Integração Lavoura, Pecuária e Floresta até 2030 (República Federativa do Brasil, 2015). Ao ratificar o acordo, a meta brasileira transforma-se internamente em lei e em política pública, e neste sentido, o que eram metas pretendidas ou iNDCs passaram a denominar-se NDCs (Contribuições Nacionalmente Determinadas).

## Programa ABC (Agricultura de Baixa Emissão de Carbono)

Além do Plano ABC, também já foram implantadas ações voltadas a oferecer incentivos econômicos e financiamento aos produtores, como o Programa ABC (Programa para Redução da Emissão de Gases de Efeito Estufa na Agricultura), que é uma linha de crédito oficial instituída no Plano Agrícola e Pecuário 2010/2011 pelo MAPA, aprovada pela Resolução do Conselho Monetário Nacional (CMN) e do Banco Central do Brasil BACEN no 3.896 de 17/08/10, no âmbito dos programas com recursos do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) (Brasil, 2010b; Banco Central do Brasil, 2010).

O Programa ABC pretende beneficiar o público da agricultura empresarial e tem por finalidade financiar investimentos fixos e semifixos (e custeio associado) destinados à recuperação de pastagens degradadas, à implantação de sistemas de integração (lavoura-pecuária, lavoura-floresta, pecuária-floresta ou lavoura-pecuária-floresta) e à implantação e manutenção de florestas comerciais ou destinadas à recomposição de reserva legal ou áreas de preservação permanente (Brasil, 2010b, 2012).

Os objetivos do Programa ABC são: reduzir as emissões de GEE oriundas das atividades agropecuárias; reduzir o desmatamento; aumentar a produção agropecuária em bases sustentáveis; adequar as propriedades rurais à legislação ambiental; ampliar a área de florestas cultivadas; e, estimular a recuperação de áreas degradadas (BNDES, 2017).

Segundo Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil (2012) o Programa ABC viabilizará inúmeros benefícios para a sociedade brasileira, contribuindo para a melhoria da imagem do agronegócio brasileiro, que pode ser ao mesmo tempo empresarial e sustentável. Por meio desse programa, o Brasil poderá acelerar a adoção de um portfólio de tecnologias, muitas já conhecidas, incorporando, oportunamente, o desejável e pertinente discurso de tecnologias “ecoamigáveis” a uma decisão (adoção) de natureza predominantemente econômica. A partir dele será possível abandonar definitivamente o modelo de agricultura extrativista de produção, praticado, ainda, por muitos agricultores brasileiros que, por vários motivos, não têm tido acesso a tecnologias “ecoamigáveis”. Com os recursos de crédito do Programa ABC, o Brasil poderá mostrar ao mundo que é possível utilizar processos de produção de alimentos com baixa dependência de insumos externos, aliando práticas conservacionistas de solo e de água (os dois maiores e principais bens de uma propriedade rural) e atingindo, inclusive, requisitos de sustentabilidade e desenvolvimento de modelos de certificação. Desta forma, o incentivo à adoção de sistemas sustentáveis de produção é algo imprescindível para o futuro da agropecuária nacional.

Segundo BNDES (2017), o Programa ABC financia investimentos destinados a projetos de tecnologias sustentáveis de produção, sendo subdividido nas seguintes modalidades: recuperação de pastagens degradadas (ABC Recuperação); implantação de sistemas orgânicos de produção agropecuária (ABC Orgânico); implantação e melhoramento de sistemas plantio direto na palha (ABC Plantio Direto); implantação e melhoramento de sistemas de integração lavoura-pecuária, lavoura-floresta, pecuária-floresta ou lavoura-pecuária-floresta e de sistemas agroflorestais (ABC Integração); implantação, manutenção e melhoramento do manejo de florestas comerciais (ABC Florestas); adequação ou regularização das propriedades rurais frente à legislação ambiental, inclusive recuperação

da reserva legal, de áreas de preservação permanente, recuperação de áreas degradadas e implantação e melhoramento de planos de manejo florestal sustentável (ABC Ambiental); implantação, manutenção e melhoramento de sistemas de tratamento de dejetos e resíduos oriundos de produção animal para geração de energia e compostagem (ABC Tratamento de Dejetos); implantação, melhoramento e manutenção de florestas de dendezeiro, prioritariamente em áreas produtivas degradadas (ABC Dendê); estímulo ao uso da fixação biológica do nitrogênio (ABC Fixação); e, Implantação, melhoramento e manutenção de plantações de açaí, cacau, oliveira e noqueira (ABC Cultivos Permanentes).

Podem ser financiados os seguintes itens, desde que vinculados a projetos em conformidade com os empreendimentos apoiáveis (BNDES, 2017): elaboração de projeto técnico e georreferenciamento das propriedades rurais, inclusive despesas técnicas e administrativas relacionadas ao processo de regularização ambiental; assistência técnica; realocação de estradas internas; aquisição de insumos e pagamento de serviços destinados a implantação e manutenção dos projetos financiados; pagamento de serviços destinados à conversão para a produção orgânica e sua certificação; aquisição, transporte, aplicação e incorporação de corretivos agrícolas (calcário e outros); marcação e construção de terraços e implantação de práticas conservacionistas do solo; adubação verde e plantio de cultura de cobertura do solo; aquisição de sementes e mudas para a formação de pastagens e de florestas; implantação de viveiros de mudas florestais; operações de destoca; implantação e recuperação de cercas; aquisição de energizadores de cerca; aquisição, construção ou reformas de bebedouros e de saeiros ou cochos para sal aquisição de bovinos, bubalinos, ovinos e caprinos, para reprodução, recria e terminação, e sêmen, óvulos e embriões dessas espécies, limitada a 40% do valor financiado; aquisição de máquinas, implementos e equipamentos de fabricação nacional, inclusive para a implantação de sistemas de irrigação, para a agricultura e pecuária, biodigestores, máquinas e equipamentos para a realização da compostagem e para produção e armazenamento de energia, limitados a 40% do valor do financiamento, cujo limite pode ser de até 100% do valor do financiamento; construção e modernização de benfeitorias e de instalações, na propriedade rural; despesas relacionadas ao uso de mão-de-obra própria.

Também poderá ser financiado custeio associado ao projeto de investimento, limitado a até 30% do valor financiado, podendo ser ampliado para até 35% do valor financiado, quando destinado à implantação e manutenção de florestas comerciais ou recomposição de áreas de preservação permanente ou de reserva legal; ou, até 40% do valor financiado, quando o projeto incluir a aquisição de bovinos, ovinos e caprinos, para reprodução, recria e terminação, e sêmen dessas espécies (BNDES, 2017).

O Programa ABC disponibilizou, na época de sua criação em 2010, o montante de R\$ 2 bilhões com juros de 5,5% ao ano, tanto para a implantação e ampliação das tecnologias direcionadas para uma baixa emissão de GEE com taxas mais atrativas e prazos mais longos de pagamento (Brasil, 2010b, 2012).

Do volume total de recursos de R\$ 197 bilhões necessários para a execução do Plano ABC, estima-se que R\$ 157 bilhões seriam recursos disponibilizados via crédito rural (Programa ABC e outros), para financiar as atividades necessárias ao alcance das metas físicas de cada

programa. Os recursos para o financiamento são oriundos de diversas fontes (BNDES e recursos próprios dos bancos públicos), sendo que sua aplicação resulta em despesas para a União, na forma de equalização, com valor total estimado em torno de R\$ 33 bilhões, oriundos do Orçamento Geral da União (Brasil, 2012, 2017). Fazendo-se um balanço do Programa ABC (Tabela 2), percebe-se que ainda existe a necessidade de aumentar muito a utilização de recursos oficiais para fomento das tecnologias do Plano ABC. Em torno de 25,67 bilhões de reais foram disponibilizados até a safra 2017-2018, sendo utilizados em torno de 12,54 bilhões de reais.

**Tabela 2.** Juros de crédito rural (% ao ano) cobrados pelo Programa ABC e por outras linhas de crédito; valores (em bilhões de reais) disponibilizados e utilizados pelo Programa ABC; e, número de contratos fechados para financiamento pelo Programa ABC por safra ou ano agrícola.

Safra ou Ano Agrícola	Juros a.a. (ABC)	Juros a.a. (demais linhas)	Valor Disponibilizado (ABC) <sup>1</sup>	Valor Utilizado (ABC) <sup>1</sup>	Número de Contratos (ABC)
2010-2011	5,5%	5,75 - 9,50%	2,00	0,59	31
2011-2012	5,5%	6,75 - 9,50%	3,15	1,51	5037
2012-2013	5,0%	5,50 - 8,50%	3,40	2,86	10.117
2013-2014	5,0%	3,50 - 5,50%	4,50	2,68	10.503
2014-2015	4,5 - 5,0%	4,00 - 7,50%	4,50	3,50	14.442
2015-2016	7,5 - 8,0%	7,5 - 10,5%	3,00	1,96	6.049
2016-2017	8,0 - 8,5%	8,5 - 10,5%	2,99	1,14	2.985
2017-2018	7,5%	6,5 - 10,5%	2,13	-	-
<b>TOTAL</b>	-	-	<b>25,67</b>	<b>12,54</b>	<b>46.179</b>

<sup>1</sup> Bilhões de Reais  
Fonte: Brasil (2010b).

Os procedimentos de análise de projetos pelo Programa ABC a serem seguidos são os usuais em outras linhas de crédito rural, observadas porém algumas peculiaridades. Por exemplo, deverá ser exigida do Beneficiário a apresentação de declaração a respeito do cumprimento do limite de valor de financiamento. Nos financiamentos que englobem sistemas de integração (ILP, ILF, IPF e ILPF), recuperação de pastagens, implantação de florestas comerciais e sistemas plantio direto, a concessão de financiamento está sujeita à apresentação, além dos exigidos normalmente, dos seguintes documentos ao Agente Financeiro: i) projeto técnico específico, assinado por profissional habilitado, contendo obrigatoriamente, identificação do imóvel e da sua área total; ii) croqui descritivo e histórico de utilização da área, contendo, no mínimo, quatro pontos do perímetro da citada área aferidos por Sistema de Posicionamento Global (GPS) de navegação ou instrumento de aferição mais precisa; iii) comprovantes de análise de solo e da respectiva recomendação agrônômica, contendo teor de matéria orgânica do solo, além dos itens usuais; e, iv) plano de manejo agropecuário, agroflorestal ou florestal (BNDES, 2017).

## Política Nacional de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta

Em 29 de abril de 2013, a Presidência da República sancionou a Lei Federal no 12.805 que institui a “Política Nacional de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta” e altera a Lei no 8.171, de 17 de janeiro de 1991. Os objetivos desta legislação incluem: melhorar de forma sustentável a produtividade, a qualidade dos produtos e a renda das atividades agropecuárias, por meio da aplicação de sistemas integrados de exploração de lavoura, pecuária e floresta em áreas já desmatadas, como alternativa aos monocultivos tradicionais; mitigar o desmatamento e contribuir para a manutenção das áreas de preservação permanente e reserva legal; e, fomentar novos modelos de uso da terra, conjugando a sustentabilidade do agronegócio com a preservação ambiental (Brasil, 2013).

Além disso, esta lei visa estimular atividades de pesquisa, desenvolvimento e inovação tecnológica, assim como atividades de transferência de tecnologias voltadas para o desenvolvimento de sistemas de produção que integrem, entre si, ecológica e economicamente, a pecuária, a agricultura e a floresta (Brasil, 2013).

Outro objetivo da lei é promover a recuperação de áreas de pastagens degradadas, por meio de sistemas produtivos sustentáveis, principalmente da Integração Lavoura-Pecuária-Floresta, apoiando a adoção de práticas e de sistemas agropecuários conservacionistas que promovam a melhoria e a manutenção dos teores de matéria orgânica no solo, assim como a redução da emissão de GEE (Brasil, 2013).

Com tudo isso, a lei visa ainda diversificar a renda do produtor rural e fomentar novos modelos de uso da terra, conjugando a sustentabilidade do agronegócio com a preservação ambiental, bem como difundir e estimular práticas alternativas ao uso de queimadas na agropecuária, com vistas a mitigar seus impactos negativos nas propriedades químicas, físicas e biológicas do solo, reduzir seus danos sobre a flora e a fauna e as emissões de GEE (Brasil, 2013).

Por fim, a lei pretende fomentar a diversificação de sistemas de produção com inserção de recursos florestais, visando à exploração comercial de produtos madeireiros e não madeireiros por meio da atividade florestal, a reconstituição de corredores de vegetação para a fauna e a proteção de matas ciliares e de reservas florestais, ampliando a capacidade de geração de renda do produtor, além de estimular e difundir sistemas agrossilvipastoris aliados às práticas conservacionistas e ao bem-estar animal (Brasil, 2013).

Esta legislação estabelece novas atribuições para o poder público referentes ao fomento da adoção de sistemas de Integração Lavoura, Pecuária e/ou Floresta enquanto estratégia de produção (Brasil, 2013). Entre elas estão: definir planos de ação regional e nacional para expansão e aperfeiçoamento dos sistemas, com a participação das comunidades locais; estimular a adoção da rastreabilidade e da certificação dos produtos pecuários, agrícolas e florestais oriundos de sistemas integrados de produção; capacitar os agentes de extensão rural, públicos, privados ou do terceiro setor, a atuarem com os aspectos ambientais e econômicos dos processos de diversificação, rotação, consorciação e sucessão das atividades de agricultura, pecuária e floresta; criar e fomentar linhas de crédito rural consoantes com os objetivos e princípios da Política Nacional de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta e com os interesses da sociedade; estimular a produção

integrada, o associativismo, o cooperativismo e a agricultura familiar; promover a geração, adaptação e transferência de conhecimentos e tecnologias; fiscalizar a aplicação dos recursos provenientes de incentivos creditícios e fiscais; difundir a necessidade de racionalização do uso dos recursos naturais nas atividades agropecuárias e florestais, por meio da capacitação de técnicos, produtores rurais, agentes do poder público, agentes creditícios, estudantes de ciências agrárias, meios de comunicação e outros; assegurar a infraestrutura local necessária aos mecanismos de fiscalização do uso conservacionista dos solos; estimular a mudança de uso das terras de pastagens convencionais em pastagens arborizadas para a produção pecuária em condições ambientalmente adequadas, a fim de proporcionar aumento da produtividade pelas melhorias de conforto e bem-estar animal; e, estimular e fiscalizar o uso de insumos agropecuários.

Desta forma, essa lei se torna um importante instrumento para apoiar políticas públicas para a ampliação da adoção de sistemas de integração em todo o território brasileiro. Em sua execução, a Política Nacional de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta utilizará os instrumentos da Política Agrícola, instituídos pela Lei no 8.171, de 17 de janeiro de 1991, e da Política Nacional do Meio Ambiente, instituídos pela Lei no 6.938, de 31 de agosto de 1981, e os financiamentos do Sistema Nacional de Crédito Rural, nos termos das Leis nos 4.595, de 31 de dezembro de 1964, e 4.829, de 5 de novembro de 1965 (Brasil, 2013).

### **Outras Políticas Públicas de Fomento à Integração Lavoura-Pecuária-Floresta**

O MAPA firma convênios e acordos de cooperação técnica com órgãos, entidades e instituições públicas e privadas como estratégia para a capacitação de pessoal e como forma de incentivar a prática de sistemas de Integração Lavoura, Pecuária e/ou Floresta entre os produtores rurais. Estes programas são desenvolvidos pela Secretaria de Inovação, Desenvolvimento Rural e Irrigação (SDI) do MAPA..

Entre as ações em execução pelo MAPA, vale destacar a instituição do Programa de Recuperação de Áreas Degradadas na Amazônia (PRADAm). Elaborado em parceria com o Ministério do Meio Ambiente (MMA), a FAO (*Food and Agriculture Organization*)<sup>4</sup> e o Banco Internacional para a Reconstrução e Desenvolvimento (BIRD), o PRADAm visa recuperar 5 milhões de hectares. Entre as tecnologias aplicáveis, destacam-se a agricultura orgânica, sistemas de produção integrada, Integração Lavoura-Pecuária-Floresta, Sistema Plantio Direto e SAFs. A capacitação de produtores e assistentes técnicos, bem como o uso de estratégias específicas para a redução dos custos de transporte dos insumos e de escoamento também fazem parte do PRADAm.

O MAPA também coordena em conjunto com a Embrapa e com o Serviço Brasileiro de Aprendizagem Rural (SENAR) o projeto “ABC Cerrado”, que é parte do Plano de Investimentos do Brasil junto ao Programa de Investimentos Florestais (*FIP - Forest Investment Program*, na sigla em inglês), que por sua vez é um dos fundos de mudanças climáticas hospedados no Banco Mundial, tendo como principal objetivo apoiar os esforços dos países em desenvolvimento para reduzir emissões de GEE por desmatamento e degradação florestal.

<sup>4</sup> Órgão Mundial para Agricultura e Alimentos da Organização das Nações Unidas (ONU), com sede em Roma, Itália.

O objetivo geral do Projeto ABC Cerrado é promover a adoção de tecnologias agrícolas sustentáveis de baixa emissão de carbono por produtores agropecuários de médio porte no Cerrado, com consequente aumento das áreas que utilizam esses sistemas. Uma das principais tecnologias componentes do projeto são os sistemas de Integração Lavoura, Pecuária e/ou Floresta.

Estes sistemas também compõem um dos pilares do programa “Produção Integrada de Sistemas Agropecuários em Microbacias Hidrográficas (PISA)”, também sob coordenação do MAPA, cujo objetivo é promover o desenvolvimento sustentável no âmbito da microbacia hidrográfica como unidade básica de planejamento, por meio da difusão de tecnologias sustentáveis e transformação do processo produtivo, para obtenção de alimentos seguros, com qualidade, competitividade, e geração de emprego e renda em diversas regiões brasileiras.

Outro exemplo, em que ocorreu o fomento da Integração Lavoura, Pecuária e/ou Floresta, é a Operação Arco Verde (OAV), coordenada pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA) e pela Casa Civil da Presidência da República, que teve como objetivos a promoção de modelos produtivos sustentáveis nos municípios prioritários para o controle e a redução do desmatamento na Amazônia Legal.

Outras políticas públicas são o Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal (PPCDAm) e o Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento e das Queimadas no Cerrado (PPCerrado), envolvendo diretamente ações destinadas à recuperação de pastagens degradadas e à adoção de sistemas de integração, que possibilitam a diminuição na pressão por desmatamento de novas áreas.

Como um exemplo de política estadual, a Secretaria de Estado de Agricultura, Pecuária e Abastecimento de Minas Gerais (SEAPA) em conjunto com a EMATER-MG, dentro do plano de ação “Integração Lavoura, Pecuária e Floresta em Propriedades Rurais”, implantou em diversos municípios do Estado de Minas Gerais, 264 Unidades Demonstrativas (UD) de sistemas de ILPF com as culturas do eucalipto, milho e braquiária. Estas UD foram implantadas nos anos de 2010 e 2011 e o componente florestal (eucalipto) foi implantado em diversos arranjos espaciais, predominando o arranjo 10 m x 4 m, baseado na experiência de sucesso deste modelo desenvolvido pela Votorantin Metais no município de Vazante, MG (Gontijo Neto et al., 2014).

Já no Estado de São Paulo foi criado em 2013 o programa “Integra São Paulo: Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF)” que pretende recuperar mais de 300 mil hectares de áreas e pastagens degradadas dentro de sete anos da criação do mesmo. Os financiamentos serão obtidos por meio do Fundo de Expansão do Agronegócio Paulista (FEAP), que disponibilizará duas linhas de crédito especiais: a primeira é a linha de Subvenção para Recuperação de Áreas Degradadas por Grandes Erosões (RADGE), com teto de R\$ 10 mil por produtor, que podem ser utilizados em ações de correção de solo e controle de voçorocas. A segunda é a linha de crédito Projeto “Integra SP”, que financiará desde o processo de adubação e cobertura de solo até a implantação de sistemas integrados de produção. O limite era de R\$ 100 mil e passou para R\$ 200 mil por produtor, com juros de 3% ao ano e prazo de oito anos para pagamento, podendo ser estendido até 12 anos

quando o projeto incluir o cultivo de floresta, inclusa a carência de até 4 anos. A execução conta com apoio da equipe de técnicos da Coordenadoria de Assistência Técnica Integral (CATI) da Secretaria de Agricultura e Abastecimento, que é responsável pela elaboração do projeto em parceria com o produtor rural, para traçar o plano de trabalho mais adequado para cada propriedade. Para o desenvolvimento, estão previstas instalações de 250 UD's, tanto em fazendas pertencentes ao Estado como em propriedades rurais privadas, com a função de demonstrar e transferir a tecnologia do Projeto. Além disso, está prevista a capacitação de 125 técnicos da Secretaria Estadual de Agricultura, que serão responsáveis pela implantação e por oferecer assistência técnica diretamente aos produtores rurais. Será realizada também a capacitação e disponibilização de recursos para 4 mil produtores, além da elaboração de 450 projetos que poderão contemplar desde a reforma da pastagem até a adoção de sistemas integrados (São Paulo, 2013, 2017).

### **Transferência de Tecnologia e Fomento à Adoção de Sistemas de Integração**

Os sistemas de integração envolvem a coexistência espaço-temporal de diferentes componentes e atividades (agrícola, pecuária e florestal), sendo, portanto, sistemas mistos, mais complexos e mais dependentes de tecnologia e conhecimentos. Parte desses conhecimentos é gerada pelos centros de pesquisa e universidades; porém, muitos conhecimentos são também gerados pelas experiências dos próprios agricultores. Dessa forma, também a integração entre os atores (pesquisadores, professores, técnicos, empresários e produtores rurais) permite produzir inovações apropriadas, encurtando, assim, o tempo para a sua adoção. Essa maior integração deverá contemplar a capacitação contínua de multiplicadores e a avaliação dos processos e das atividades empregados na transferência de conhecimento e tecnologia, baseada em demandas e considerações a partir da prospecção junto aos atores envolvidos. São aspectos que transcendem os referenciais agrônomo, florestal e zootécnico que também deverão ser considerados na adaptação e na aplicação desse tipo de sistema às diferentes unidades de produção e regiões brasileiras. Dessa forma, fazem-se necessárias diferentes ações de transferência de tecnologia com objetivo principal de capacitar continuamente, de forma teórica e prática, tanto os técnicos como os produtores rurais para a adequada adoção de sistemas de integração (Cordeiro et al., 2015b).

As instituições públicas e privadas envolvidas no processo de geração de tecnologias para Integração Lavoura, Pecuária e/ou Floresta podem contribuir para o aumento de sua adoção pelos esforços tanto de comunicação como de transferência de tecnologia. Muitas ações já vêm sendo desenvolvidas, por exemplo, pela Embrapa e por diversas instituições parceiras em todas as regiões brasileiras, mas que precisam ser intensificadas com objetivo de aumentar a produção sustentável no agronegócio nacional.

O desafio atual é de ampliar ações compartilhadas com instituições públicas e privadas, bem como fortalecer a rede de diferentes atores envolvidos na difusão de sistemas de Integração Lavoura, Pecuária e/ou Floresta.

A Embrapa iniciou suas primeiras atividades de pesquisa e transferência de tecnologia para sistemas de integração com o "Sistema Barreirão" nas décadas de 1970 e 1980, e

posteriormente em 2005 com o Programa de Transferência de Tecnologia para a Integração Agricultura-Pecuária (PROTILP). Em seguida estabeleceu-se um projeto de transferência de tecnologia com recursos alocados pela Embrapa, que foram complementados pela assinatura de convênio com a empresa Bunge. Esse projeto iniciou-se em abril de 2008, com atividades voltadas para a organização da informação, formação de técnicos multiplicadores, realização de eventos técnicos e promocionais, capacitação e geração de publicações técnicas e de caráter didático e implantação de URTs (Kluthcouski et al., 1991; Kluthcouski; Aidar, 2003; Balbino et al., 2011c).

As URTs imprimem capilaridade suficiente para disseminar os conceitos inerentes à sistemas de integração, transferir os sistemas e as tecnologias necessários e adequados a cada ecorregião e promover a inovação e a sustentabilidade agrícola. A URT de ILPF objetiva reproduzir sistemas de produção diversificados de grãos, fibra, carne, leite, lã, produtos florestais, dentre outros, realizados na mesma área, em plantio consorciado, em sucessão ou rotação, porém em escala reduzida. Os sistemas são implantados de forma a maximizar a utilização dos ciclos biológicos das plantas, animais e seus respectivos resíduos, assim como efeitos residuais de corretivos e nutrientes, otimizando a utilização de agroquímicos e aumentando a eficiência no uso de máquinas, equipamentos e mão de obra. Com esse propósito, a URT induz ao desenvolvimento de uma estratégia produtiva adaptada às peculiaridades de cada região. A URT não pretende ser “o modelo” para a região, mas sim uma referência tecnológica de uso dos recursos da região de forma integrada e sustentável. Ao estabelecer exemplos de funcionamento dos sistemas de produção e das tecnologias mais adequadas às condições locais, favorece a adoção de novas técnicas, atitudes e/ou comportamentos, fato que implica em mudanças na visão dos produtores e técnicos e sua relação com o meio de produção (Balbino et al., 2011d).

Atualmente, no âmbito da Embrapa, existem diversos projetos regionais e um grande projeto nacional de transferência de tecnologia em rede para fomento da adoção de sistemas de integração em todo o território nacional. Nesse projeto nacional (Macroprograma 4 em Rede TT-ILPF), a estratégia de transferência de tecnologias de sistema de integração fundamenta-se em três grandes processos ou frentes de trabalho (Cordeiro et al., 2015b): i) implantação e condução de um sistema de integração promissor nas URTs alocadas estrategicamente nos principais pólos agroeconômicos de cada estado da Federação; ii) capacitação continuada de agentes multiplicadores no tema de sistema de integração selecionados em cada pólo agroeconômico contemplado com URT; iii) ações de sensibilização, motivação, difusão e transferência de tecnologia em sistema de integração em cada pólo agroeconômico contemplado com URT. Nesse projeto e em outras ações de transferência de tecnologia, é de suma importância as parcerias nacionais e regionais, inclusive a parceria direta com produtores rurais.

Além disso, neste projeto constituiu-se, em sua estratégia de ação, um alinhamento entre políticas públicas e privadas e com as diretrizes do Portfólio de Pesquisa em ILPF. Igualmente, o projeto visa à continuidade das ações de transferência de tecnologia em rede já iniciadas em todo o território nacional. Devido às experiências anteriores e às características dos diversos sistemas de integração, é primordial o fortalecimento de uma rede de informações técnico-científicas como principal elemento catalisador e propulsor do processo de inovação.

## **Ações Privadas e Parcerias Público-Privadas de fomento à Integração Lavoura- Pecuária-Floresta**

### **Programa de Fomento à Adoção da ILPF da COCAMAR**

A Integração Lavoura, Pecuária e/ou Floresta ganhou força na região Noroeste do Paraná graças a um Programa de Fomento à Adoção da ILPF estruturado pela COCAMAR Cooperativa Agroindustrial, em Maringá-PR. Desde 1997, a COCAMAR vem difundindo os sistemas de integração, no Noroeste paranaense, com o apoio do Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR), Embrapa, Universidade Estadual de Maringá (UEM) e Instituto Emater. Dados da cooperativa apontam que o Noroeste do Paraná, com 110 municípios, possui cerca de 1,8 milhão de hectares com potencial de aproveitamento para a ILPF (COCAMAR, 2015).

A COCAMAR incentiva a Integração Lavoura, Pecuária e/ou Floresta entre seus associados, mantendo uma unidade própria para a difusão desse sistema em Iporã-PR, a 50 quilômetros de Umuarama-PR, onde todos os anos, no mês de fevereiro, promove um dia de campo para demonstrar os resultados dos sistemas de integração, com a integração da pecuária com soja e também o cultivo de eucalipto. Em 2015, a cooperativa registrou mais de 60 mil hectares cultivados com integração na região da COCAMAR. Dois anos antes eram 45 mil hectares, o que indica que esta política privada tem surtido efeito (COCAMAR, 2015).

### **Rede de Fomento à Integração Lavoura, Pecuária e/ou Floresta**

A Rede de Fomento à Integração Lavoura-Pecuária-Floresta, ou Rede de Fomento ILPF, é uma parceria público-privada que busca fortalecer e oferecer suporte aos sistemas de integração. O objetivo principal da Rede é de acelerar o aumento da adoção de todos os sistemas de integração (ILP, IPF, ILF e ILPF) em diferentes regiões do Brasil, tendo sido constituída pela união de esforços da Embrapa e de instituições parceiras, estabelecida mediante a assinatura do Acordo de Cooperação Geral datado de 25 de abril de 2012 (Embrapa, 2017).

Atualmente, a Rede é composta pela Embrapa e por cinco empresas privadas parceiras: John Deere, Syngenta, COCAMAR, Parker e a Dow Agrosiences (Embrapa, 2017). Outras instituições poderão compor a Rede e se tornarem parceiras desta iniciativa, mediante adesão ao Acordo Geral de Cooperação. Cada empresa pode eleger livremente as ações, atividades e projetos que pretenda patrocinar, desde que se alinhem com a perspectiva conceitual e às orientações estratégicas e prioridades da programação de Pesquisa & Desenvolvimento e Transferência de Tecnologia da Embrapa.

A Rede de Fomento ILPF que é co-financiada pelas empresas privadas e pela Embrapa, apoia uma rede com 97 URTs distribuídas em todos os biomas brasileiros e que envolve a participação de 19 Unidades de Pesquisa da Embrapa (Embrapa, 2017).

A Rede de Fomento ILPF conta com a seguinte estrutura organizacional: i) Assembleia Geral de Cooperantes, que é o órgão superior de decisão da Rede e é integrada por um

representante de cada instituição parceira; ii) Conselho Gestor, que é o órgão de gestão tática e operacional da Rede, composto por representantes da Embrapa e por representantes das parceiras; e, iii) Administradora dos Recursos, que no caso é a Fundação de Apoio à Pesquisa Científica e Tecnológica (Fundação Eliseu Alves), que exerce a administração dos recursos financeiros por meio de Planos de Trabalho aprovados pela Rede.

## Considerações Finais

Os sistemas de Integração Lavoura, Pecuária e/ou Floresta, enquanto estratégias de produção e intensificação sustentável tem recebido grande apoio em ações de fomento para aumento da sua adoção por produtores rurais em todas as regiões brasileiras.

Várias políticas públicas em torno deste tema foram criadas no Brasil, como o Plano ABC, o Programa ABC, a Política Nacional de ILPF e outros programas governamentais nacionais e estaduais.

Além disso, existem ações privadas de fomento à adoção de sistemas de integração. A Rede de Fomento ILPF é uma parceria público-privada que reúne importantes empresas e a Embrapa num esforço para ampliar a adoção de sistemas de integração em todo o Brasil, que já atinge 11,5 milhões de hectares.

## Referências

BANCO CENTRAL DO BRASIL. **Resolução n. 3.896 de 17 de agosto de 2010**. Institui, no âmbito do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), o Programa para Redução da Emissão de Gases de Efeito Estufa na Agricultura (Programa ABC). Brasília, DF, 2010. 4 p.

BALBINO, L. C.; BARCELLOS, A. O.; STONE, L. F. (Ed.). **Marco Referencial: integração lavoura-pecuária-floresta**. Brasília, DF: Embrapa, 2011a. 130 p.

BALBINO, L. C.; CORDEIRO, L. A. M.; PORFÍRIO-DA-SILVA, V.; MORAES, A.; MARTÍNEZ, G. B.; ALVARENGA, R. C.; KICHEL, A. N.; FONTANELI, R. S.; SANTOS, H. P.; FRANCHINI, J. C.; GALERANI, P. R. Evolução tecnológica e arranjos produtivos de sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 10, p. i-xii, out. 2011b.

BALBINO, L. C.; MARTINEZ, G. B.; GALERANI, P. R. (Ed.). **Ações de transferência de tecnologia de sistemas de integração Lavoura-Pecuária-Floresta: 2007-2011**. Planaltina: Embrapa Cerrados; Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2011c. 52 p.

BALBINO, L. C.; PORFÍRIO-DA-SILVA, V.; KICHEL, A. N.; ROSINHA, R. O.; COSTA, J. A. A. **Manual orientador para implantação de Unidades de Referência Tecnológica de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta – URT iLPF**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2011d. 48 p. (Embrapa Cerrados. Documentos, 303).

BNDES. **Circular SUP/AOI n. 18/2017**. Programa para Redução da Emissão de Gases de Efeito Estufa na Agricultura – Programa ABC. Rio de Janeiro: BNDES / Área de Operações Indiretas (AOI), 2017. 17 p.

BRASIL. Decreto no 7.390, de 09 de dezembro de 2010. Regulamenta os arts. 6o, 11 e 12 da Lei no 12.187, de 29 de dezembro de 2009, que institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima - PNMC, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 09 dez. 2010a.

BRASIL. Lei no 12.187, de 29 de dezembro de 2009. Institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, Seção Extra, Coluna 2, p. 109, 29 dez. 2009.

BRASIL. Lei no 12.805, de 29 de abril de 2013. Institui a Política Nacional de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta e altera a Lei no 8.171, de 17 de janeiro de 1991. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 30 abr. 2013.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Plano Agrícola e Pecuário 2010-2011**. Brasília, DF: MAPA / Secretaria de Política Agrícola (SPA), 2010b. 48 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Plano setorial de mitigação e de adaptação às mudanças climáticas para a consolidação de uma economia de baixa emissão de carbono na agricultura: Plano ABC (Agricultura de Baixa Emissão de Carbono)**. Brasília, DF: MAPA/ACS, 2012. 172 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Plano ABC**. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/assuntos/sustentabilidade/plano-abc>>. Acesso em: 14 fev. 2017.

COCAMAR. **Impulsionada pela cooperativa, ILPF ganha força no noroeste paranaense**. Disponível em: <<https://www.portaldoagronegocio.com.br/noticia/cocamar-impulsionada-pela-cooperativa-ilpf-ganha-forca-no-noroeste-paranaense-121853>>. Acesso em: 15 jan. 2015.

CONFEDERAÇÃO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA DO BRASIL. **Guia de financiamento para agricultura de baixo carbono**. Brasília, DF, 2012. 44 p.

CORDEIRO, L. A. M.; BALBINO, L. C.; GALERANI, P. R.; DOMIT, L. A.; SILVA, P. C.; KLUTHCOUSKI, J.; VILELA, L.; MARCHÃO, R. L.; SKORUPA, L. A.; WRUCK, F. J. Transferência de tecnologias para adoção da estratégia de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta. In: CORDEIRO, L. A. M.; VILELA, L.; KLUTHCOUSKI, J.; MARCHÃO, R. L. (Ed.). **Integração Lavoura-Pecuária-Floresta: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília, DF: Embrapa, 2015b. p. 377-393. (Coleção 500 Perguntas, 500 Respostas).

CORDEIRO, L. A. M.; ASSAD, E. D.; FRANCHINI, J. C.; SÁ, J. C. M.; LANDERS, J. N.; AMADO, T. J. C.; RODRIGUES, R. A. R.; ROLOFF, G.; BLEY JÚNIOR, C.; ALMEIDA, H. G.; MOZZER, G. B.; BALBINO, L. C.; GALERANI, P. R.; EVANGELISTA, B. A.; PELLEGRINO, G. Q.; MENDES, T. A.; AMARAL, D. D.; RAMOS, E.; MELLO, I.; RALISCH, R. **O Aquecimento global e a agricultura de baixa emissão de carbono**. Brasília, DF: MAPA / EMBRAPA / FEBRAPDP, 2011. 75 p.

CORDEIRO, L. A. M.; VILELA, L.; MARCHÃO, R. L.; KLUTHCOUSKI, J.; MARTHA JÚNIOR, G. B. Integração Lavoura-Pecuária e Integração Lavoura-Pecuária-Floresta: estratégias para intensificação sustentável do uso do solo. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, v. 32, n. 1/2, p. 15-43, jan./ago. 2015a.

DIAS-FILHO, M. B. **Degradação de pastagens: processos, causas e estratégias de recuperação**. 3. ed. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2007. 190 p.

EMBRAPA. **Adoção de ILPF chega a 11,5 milhões de hectares**. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/17755008/adocao-de-ilpf-chega-a-115-milhoes-de-hectares>>. Acesso em: 03 nov. 2016.

EMBRAPA. **Rede de Fomento ILPF**. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/web/rede-ilpf/rede-de-fomento>>. Acesso em: 30 ago. 2017.

GONTIJO NETO, M. M.; VIANA, M. C. M.; ALVARENGA, R. C.; SANTOS, A.; SIMÃO, E. P.; CAMPANHA, M. M. Sistemas de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta em Minas Gerais. **Boletim de Indústria Animal**, v. 71, n. 2, p. 183-191, 2014.

KLUTHCOUSKI, J.; AIDAR, H. Implantação, condução e resultados obtidos com o sistema Santa Fé. In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L.F.; AIDAR, H. (Ed.). **Integração Lavoura-Pecuária**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. p. 407-442.

KLUTHCOUSKI, J.; PACHECO, A. R.; TEIXEIRA, S. M.; OLIVEIRA, E. T. de. **Renovação de pastagem do cerrado com arroz. 1 – Sistema Barreirão**. Goiânia: Embrapa-CNPAP, 1991. 20 p. (Embrapa CNPAF. Documentos, 33).

MACHADO, M. Z. P. **Agricultura de baixa emissão de carbono**: uma investigação sobre financiamento e potenciais benefícios. 2016. 67 f. Dissertação (Mestrado em Agronegócio) - Escola de Economia de São Paulo, Fundação Getúlio Vargas, São Paulo.

REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL. **Pretendida contribuição nacionalmente determinada ara consecução do objetivo da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima**. Disponível em: <[www.itamaraty.gov.br/images/ed\\_desenvsust/BRASIL-iNDC-portugues.pdf](http://www.itamaraty.gov.br/images/ed_desenvsust/BRASIL-iNDC-portugues.pdf)>. Acesso em: 25 out. 2015.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Agricultura e Abastecimento. **São Paulo lança Projeto Integra SP (ILPF) para produção agropecuária e florestal**. Disponível em: <<http://www.agricultura.sp.gov.br/noticias/2899-sao-paulo-lanca-projeto-integra-sp-ilpf-para-producao-agropecuaria-e-florestal>>. Acesso em: 05 mar. 2013.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Agricultura e Abastecimento. **FEAP (Fundo de Expansão do Agronegócio Paulista)**: linhas de financiamento. Disponível em: <<http://www.agricultura.sp.gov.br/quem-somos/feap-credito-e-seguro-rural/feap-linhas-de-financiamento>>. Acesso em: 31 ago. 2017.

VILELA, L.; BARCELLOS, A. O.; SOUSA, D. M. G. de. **Benefícios da integração entre lavoura e pecuária**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2001. 21 p. (Embrapa Cerrados. Documentos, 42).





## Capítulo 8

# A Sustentabilidade na Cadeia Produtiva da Pecuária de Corte Brasileira

---

*Guilherme Cunha Malafaia*

*Denise Barros de Azevedo*

*Mariana de Aragão Pereira*

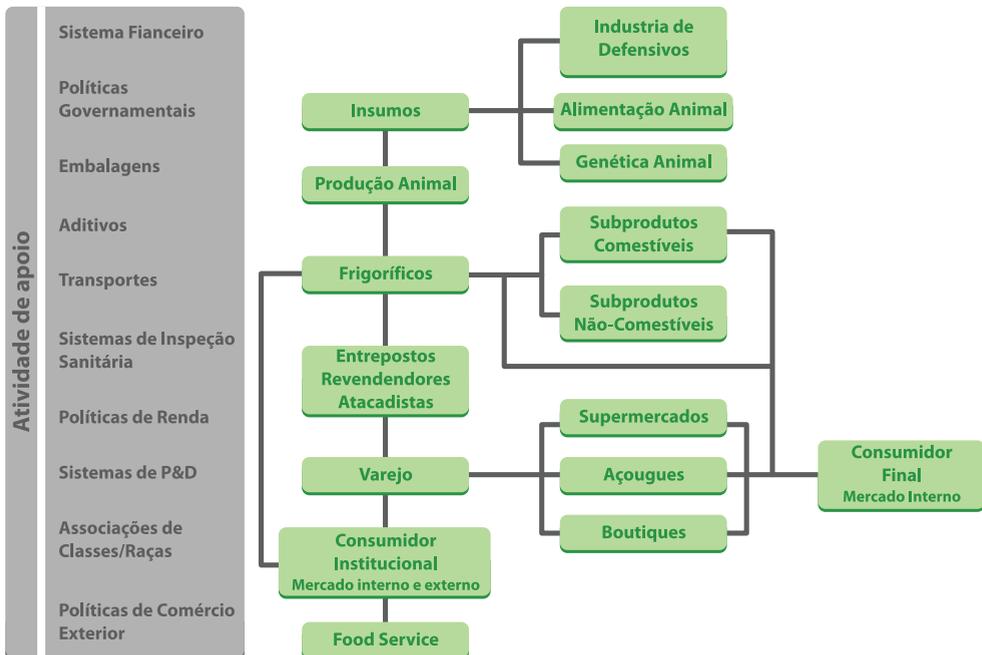
*Marcos José de Almeida Matias*

## Contextualização da cadeia produtiva da pecuária de corte

A cadeia da carne bovina possui posição de destaque no contexto do agronegócio brasileiro, ocupando vasta área do território nacional e respondendo pela geração de emprego e renda de milhões de brasileiros. A cadeia como um todo movimenta em torno de US\$ 167,8 bilhões/ano, gera 7 milhões de empregos, US\$ 16,5 bilhões de impostos agregados e tem faturamento de US\$ 42 bilhões para os frigoríficos.

A cadeia produtiva de carne bovina é um conjunto de componentes interativos, com diferentes sistemas produtivos, fornecedores de serviços e insumos, indústrias de processamento e transformação, distribuição e comercialização de produtos e subprodutos, e seus respectivos consumidores finais (Figura 1).

O processo de produção de carne tem seu início no setor de insumos, que representa as empresas de bens e serviços na área de nutrição, manejo, genética e sanidade. Após, tem-se os setores produtivos, que reúnem as unidades de produção fornecedoras das matérias-primas iniciais. Os frigoríficos transformam a matéria-prima em produto acabado, sendo os responsáveis pelo avanço do produto final em direção ao consumidor por meio da distribuição para o segmento de varejo. A missão desse segmento é disponibilizar o produto final, carne bovina, de forma apresentável, higiênica e em formato útil ao consumidor. Para que este sistema funcione perfeitamente existem alguns elementos de apoio que são essenciais, pois são responsáveis pelo fluxo financeiro e de informações.



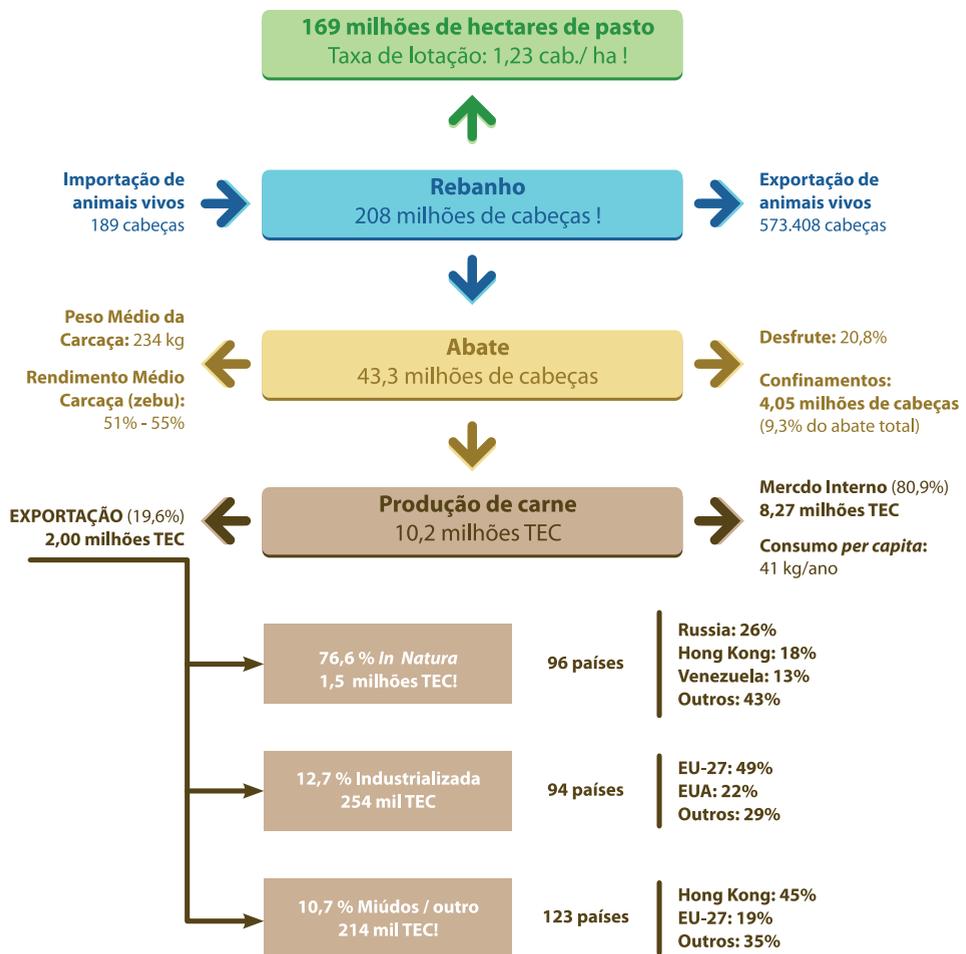
**Figura 1.** Estrutura da Cadeia Produtiva Da Pecuária De Corte

Fonte: Adaptado de Estudo...(2000).

O conjunto de agentes que compõe a cadeia produtiva da pecuária de corte brasileira apresenta grande heterogeneidade: de pecuaristas altamente capitalizados a pequenos produtores empobrecidos; de frigoríficos com alto padrão tecnológico, capazes de atender a uma exigente demanda externa, a abatedouros que dificilmente preenchem requisitos mínimos da legislação sanitária.

Parte disso é fruto do ambiente institucional no qual essa cadeia se insere. Aspectos ligados com o comércio exterior, a evolução macroeconômica, a inspeção, a legislação e a fiscalização sanitárias, disponibilidade e confiabilidade de informações estatísticas, legislação ambiental, mecanismos de rastreabilidade e certificação, sistemas de inovação, entre outros, condicionam fortemente a competitividade dessa cadeia agroindustrial.

A Figura 2 ilustra as dimensões dos elos componentes da cadeia produtiva da pecuária de corte em 2013.



**Figura 2.** Perfil da Cadeia Produtiva da Pecuária de Corte Brasileira em 2013.

Fonte: Adaptado de Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carne (2013).

O rebanho brasileiro é o segundo maior rebanho do mundo, respondendo por 18% do efetivo mundial, atrás apenas da Índia. Segundo a CNA e ABIEC, em 2013, esse rebanho contava 208 milhões de cabeças, cuja maior concentração ocorria, e assim permanece atualmente, na região Centro-Oeste, responsável por 35% da produção; em seguida aparecem as regiões Norte (14,5%), Sul (13,8%), Nordeste (12,7%) e Sudeste (9,3%). Este volume está disperso em uma área de pastagens de aproximadamente 169 milhões de hectares, com uma taxa média de ocupação de 1,2 cabeça/hectare, proporcionando uma taxa média de desfrute de 20%.

No que se refere ao abate médio anual de animais, o volume é de 43,3 milhões de cabeças, com peso médio de carcaça de 234 quilos, rendimento de carcaça entre 51% e 55%, especialmente para animais com sangue Nelore, que é a raça predominante no país.

Estima-se que apenas 4,5 milhões de animais sejam terminados em confinamento. O volume total de abates gerou uma produção de 9,9 milhões de toneladas de equivalente carcaça (tec) em 2013, colocando o Brasil como o segundo maior produtor mundial, responsável por 16,9% da produção global, conforme indicado na Tabela 1.

**Tabela 1.** Principais países produtores de carne bovina em 2013.

Posição	País	Produção (mil t eq. carcaça)	Participação %
1º	Estados Unidos	11.018	18,8
2ª	Brasil	9.900	16,9
3º	União Europeia	7.760	13,2
4º	China	5.750	9,8
5º	Índia	3.950	6,7
6º	Argentina	2.840	4,8
7º	Austrália	2.265	3,9
8º	México	1.795	3,1
9º	Paquistão	1.600	2,7
	Demais países (51)	11.747	20,0
<b>Produção Total</b>		<b>58.625</b>	<b>100,0</b>

Fonte: Silva (2014).

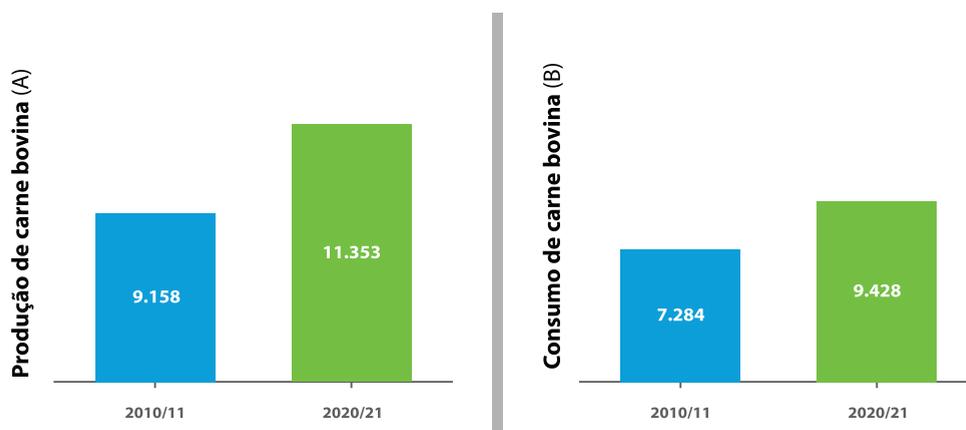
Do total produzido no Brasil, 8,27 milhões de tec (80,5%) destinam-se ao mercado interno, onde o consumo per capita gira em torno de 41 kg/ano. Este consumo fica abaixo apenas da Argentina (67,2 kg/ano), Uruguai (60 kg/ano) e Estados Unidos (42 kg/ano). O restante é exportado sob três formas: In Natura (71%), Industrializada (17%) e Miúdos (11%). Conforme a Tabela 2, o Brasil, liderou o ranking das exportações de carne bovina em 2013, sendo responsável por 21,1% do mercado mundial do produto. Os principais mercados compradores da carne brasileira in natura são: Rússia (26%); Hong Kong (18%) e Venezuela (13%). Já os principais destinos de exportação de carne brasileira industrializada são: União Europeia (UE) (27,53%) e Estados Unidos (EUA) (22%). Finalmente, a maioria dos miúdos é exportada para Hong Kong (45%), seguida da UE (19%).

**Tabela 2.** Principais Exportações de Carne Bovina em 2013.

Posição	País	Produção (mil t eq. carcaça)	Participação %
1º	Brasil	1.940	21,1
2ª	Índia	1.750	19,0
3º	Austrália	1.545	16,8
4º	Estados Unidos	1.043	11,3
5º	Nova Zelândia	536	5,8
6º	Uruguai	415	4,5
7º	Paraguai	325	3,5
8º	Canadá	325	3,5
9º	União Europeia	270	2,9
	Demais países (51)	1.053	11,4
<b>Produção Total</b>		<b>9.202</b>	<b>100,0</b>

Fonte: Silva (2014).

As projeções para a cadeia da carne bovina brasileira apontam um crescimento de 2,2% na produção entre 2010/11 e 2020/21, passando para 11,3 milhões de toneladas (Figura 3). O consumo brasileiro deve acompanhar de perto o crescimento da produção, visto que a taxa anual projetada é de 2,3%, passando de 7,3 para 9,4 milhões de toneladas por ano, conforme apresentado na Figura 3.

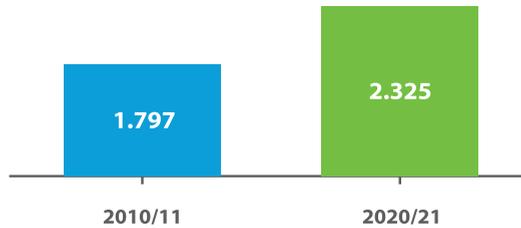


**Figura 3.** Projeções para a produção (A) e consumo (B) de carne bovina em 2021 no Brasil (em mil toneladas).

Fonte: Adaptado de Dossa et al. (2011).

Quanto às exportações, um quadro favorável tem se configurado para o Brasil, com crescimento anual médio esperado da ordem de 2,6% até 2021 (Figura 4). A maior participação de mercados emergentes no comércio internacional de carne bovina contribuiria para isso. Entretanto, espera-se também que as carnes de frango e de suínos apresentem maiores taxas de crescimento anual das exportações nos próximos anos – a taxa anual prevista para carne de frango é de 2,9%, e para a carne suína, de 2,8%.

## Exportações brasileiras de carne bovina



**Figura 4.** Projeções para exportações de carne bovina em 2021 (mil toneladas).

Fonte: Adaptado de Dossa et al. (2011).

### Descrição dos sistemas produtivos de pecuária de corte

Este capítulo foi baseado no trabalho de Cezar et al. (2005) que visou descrever os sistemas de produção de gado de corte no Brasil com ênfase no regime alimentar e no abate. Segundo Euclides Filho (2000), *“entende-se por sistema de produção de gado de corte o conjunto de tecnologias e práticas de manejo, bem como o tipo de animal, o propósito da criação, a raça ou grupamento genético e a ecorregião onde a atividade é desenvolvida. Devem-se considerar, ainda, ao se definir um sistema de produção, os aspectos sociais, econômicos e culturais. Estes têm influência decisiva nas modificações que poderão ser impostas por forças externas e, especialmente, na forma como tais mudanças deverão ocorrer para que o processo seja eficaz, e as transformações alcancem os benefícios esperados. Permeando todas essas considerações, estão a definição do mercado e a demanda a ser atendida, ou seja, quais são e como devem ser atendidos os clientes ou consumidores”*.

No Brasil, existe uma diversidade de sistemas de produção de pecuária de corte ([www.cicarne.com.br/pecuariadecorte/](http://www.cicarne.com.br/pecuariadecorte/)). De fato, as fazendas pecuárias estão dispersas em um *continuum* que se inicia com a produção de bovinos para subsistência fazendo uso de práticas muito simples, passa por todos os níveis de incorporação de tecnologia até culminar em sistemas produtivos altamente tecnificados.

Dependendo da finalidade do rebanho, a pecuária de corte pode ser dividida em criação de animais comerciais e elite, sendo que a primeira tem como principal objetivo a produção de carne bovina de qualidade para a alimentação humana, além de fornecer matéria-prima para a indústria farmacêutica, de cosmético, de calçado, de roupas, entre outras.

Já a criação de gado elite, tem como foco central a produção de matrizes e reprodutores de alta genética para o fornecimento de animais melhoradores a rebanhos multiplicadores e comerciais.

A produção da pecuária de corte é, ainda, caracterizada pelas fases de cria, recria e engorda, as quais são desenvolvidas como atividades isoladas ou combinadas de forma a se complementarem, a saber:

- **Cria:** compreende o período de cobertura até a desmama; compõe-se do rebanho de fêmeas em reprodução e suas crias. Em sistemas de cria exclusiva, todos os machos são vendidos imediatamente após a desmama, em geral com seis a nove meses de idade. Além dos machos desmamados, são comercializados bezerras desmamadas, novilhas, vacas e touros. Em geral, as bezerras desmamadas são recriadas para reposição de matrizes ou vendidas, juntamente com novilhas jovens (um a dois anos), para reprodução, enquanto as novilhas de dois a três anos, as vacas e os touros descartados se destinam ao abate.
- **Cria e recria:** difere da anterior pelo fato de os machos serem retidos até 15 a 18 meses de idade, quando, então, são comercializados. Estes são comumente denominados garrotes.
- **Cria, recria e engorda:** considerada como atividade de ciclo completo, assemelha-se às anteriores, porém os machos são vendidos como bois gordos para abate, com idade de 15 a 42 meses, dependendo do sistema de produção em uso.
- **Recria e engorda:** essa atividade tem início com o bezerro desmamado e termina com o boi gordo. Entretanto, em função da oferta de garrotes de melhor qualidade, também pode começar com esse tipo de animal, o que, associado a uma boa alimentação, reduz o período de recria/engorda. O mesmo ocorre com bezerras desmamadas de alta qualidade. Embora essa atividade tenha predominância de machos, verifica-se também a utilização de fêmeas.
- **Engorda (terminação):** nas décadas passadas foi exercida pelos chamados “invernistas”. Estes se localizavam em regiões de boas pastagens e aproveitavam a grande oferta de boi magro (24 a 36 meses de idade) da época. Atualmente, encontra-se bastante restrita como atividade isolada, sendo desenvolvida por um número reduzido de pecuaristas que também fazem a terminação de fêmeas. Essa mudança de cenário deve-se à expansão das áreas de pastagens cultivadas em regiões onde tradicionalmente não existiam e, por consequência, favorecimento da terminação nestas regiões, reduzindo a oferta de boi magro no mercado.

Uma outra forma de se classificar os sistemas produtivos baseia-se nos “regimes alimentares” dos rebanhos predominantes no País, conforme propuseram Cezar et al. (2005). Segundo esses autores, os sistemas podem ser classificados em: a) sistema extensivo - regime exclusivo de pastagem; b) sistema semi-intensivo - pastagem mais suplementação em pasto; e c) sistema intensivo - pastagem mais suplementação e confinamento. Associados ao regime alimentar, outros componentes típicos de cada sistema costumam ajudar a descrevê-los.

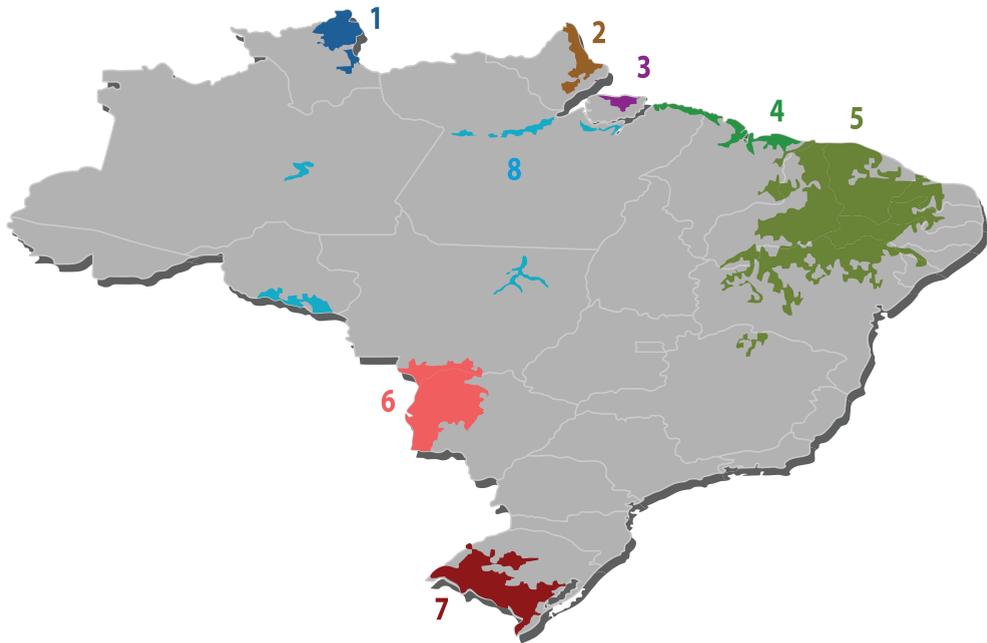
Os Sistemas Extensivos - são caracterizados pela utilização de pastagens nativas e cultivadas como únicas fontes de alimentos energéticos e proteicos. Entretanto, essas pastagens são normalmente deficientes em fósforo, zinco, sódio, cobre, cobalto e iodo, incluindo-se também enxofre e selênio, todos fornecidos via suplementos minerais.

Basicamente, as fontes desses elementos são fosfato monocálcico/bicálcico/monoamônico, sulfato ou óxido de zinco, sulfato de cobre, carbonato/cloreto/sulfato ou nitrato de cobalto, iodato de potássio, flor de enxofre e selenito de sódio. Esse grupo representa em torno de

80% dos sistemas produtivos de carne bovina brasileira, desenvolvendo atividades de cria e engorda, e apresenta uma alta variação de desempenho.

Tal variação é decorrente da interação entre vários fatores, como solo, clima, genótipo e manejo animal, sanidade animal, qualidade e intensidade de utilização das pastagens, além da gestão. Os sistemas extensivos são praticados em todo o País, sendo predominantes mesmo nos Estados e regiões em que se desenvolvem os sistemas semi-intensivos e intensivos.

Em algumas regiões os sistemas extensivos são absolutos (Figura 5) como, por exemplo: Cerrados de Roraima (1) e do Amapá (2), nos campos inundáveis da ilha de Marajó (3), do Baixo Amazonas (8) e do Maranhão (4), na Caatinga do Semi-Árido (5), no Pantanal (6) e no sul da Campanha Gaúcha (7).



**Figura 5.** Regiões com predominância de pastagens nativas.

Fonte: Adaptado de Cezar et al. (2005).

**Os Sistemas Semi-Intensivos** - também apresentam como base alimentar as pastagens (nativas e cultivadas) e os suplementos minerais, acrescidos de suplementos proteicos/energéticos. O objetivo é alcançar uma pecuária de ciclo mais curto, suplementando os animais em suas diversas fases de crescimento (aleitamento, recria e engorda), dependendo das metas de produção de cada sistema. Existe uma diversidade de ingredientes para compor os concentrados, conforme as características regionais. As fontes energéticas mais utilizadas são milho, sorgo, aveia e milheto, e as proteicas são farelos de soja, farelos de algodão, farelos de caroço de algodão, farelos de glúten de milho, grão de soja e ureia, além de diversos subprodutos da agroindústria (farelo de arroz, farelo de trigo, polpa cítrica, polpa de tomate, casquinha de soja). Estima-se que

80% dos sistemas semi-intensivos praticados no País estão concentrados no Centro-Sul e em pequenos núcleos das regiões Norte e Nordeste.

Os Sistemas Intensivos - esses sistemas se diferenciam dos semi-intensivos por inserirem a prática de confinamento na terminação de machos (e, crescentemente, fêmeas). Esses sistemas estão quase sempre associados com o uso mais intensivo de pastagens cultivadas. No confinamento, a preocupação é reduzir custos com alimentação, procurando-se usar dietas com relação volumoso:concentrado próxima de 60:40. Entre os alimentos volumosos, predomina o uso de silagem de milho e de sorgo, a cana fresca picada e, em menor proporção, as silagens de gramíneas. Dependendo da localização, utiliza-se o bagaço de cana hidrolisado proveniente das indústrias de açúcar e de álcool. As regiões que utilizam estes sistemas são: Centro-Oeste (MS, MT e GO), Sudeste (SP e MG), Nordeste (BA), Sul (RS, PR e SC), Norte (TO) e Sudeste (RJ e ES).

## A sustentabilidade como fator de competitividade para a cadeia produtiva da pecuária de corte

É sabido que as nações enfrentam desafios cada vez maiores para produzir alimentos de forma compatível com a disponibilidade de seus recursos naturais. São grandes os apelos para que seja difundido, cada vez mais, o conceito de Agricultura Sustentável, que enfoca o manejo e conservação dos recursos naturais e a orientação de mudanças tecnológicas e institucionais que assegurem a satisfação das necessidades humanas para a presente e as futuras gerações. É uma agricultura que conserva o solo, a água e os recursos genéticos animais, vegetais e micro-organismos, não degrada o meio ambiente; é tecnicamente apropriada, economicamente viável e socialmente aceitável (Balbino et al., 2012).

No caso específico da pecuária de corte brasileira, os impactos ambientais causados pela atividade têm sido frequentemente questionados pelos stakeholders nas discussões setoriais, especialmente aqueles que atuam no mercado exportador de carne bovina, principal demandante de carne bovina de alta de qualidade. Entende-se por qualidade os aspectos intrínsecos (maciez, sabor, coloração, marmoreio, etc.) e extrínsecos (sustentabilidade, rastreabilidade, certificações de origem, bem-estar animal, comércio justo, etc.) presentes no processo de produção e no produto final.

Estes impactos ambientais se apresentam de diversas formas: por meio da emissão de gases de efeito estufa, desmatamento, degradação do solo e das pastagens, poluição hídrica, empobrecimento da biodiversidade, entre outras. Como consequência, observa-se a redução da sustentabilidade da pecuária em indicadores como: baixa taxa de desfrute, baixa oferta de forragem, baixos índices zootécnicos, baixa produtividade de carne entre outros.

Aliado a isto, a estrutura de mercado de concorrência perfeita, onde um número significativo de pecuaristas, ofertando uma carne comoditizada, dificulta as ações que visam diferenciá-la por atributos de qualidade. A baixa integração entre os elos da cadeia produtiva também dificulta a coordenação de iniciativas de sustentabilidade. Deve-se ainda destacar o baixo uso de tecnologias poupa-terra, apesar do seu crescente processo de adoção observado nas últimas décadas.

Entretanto, existem tecnologias disponíveis e economicamente viáveis capazes de diminuir os impactos ambientais causados pela atividade pecuária, como os sistemas integrados de produção, melhoramento genético de animais, adubação de manutenção de pastagens, recuperação de pastagens, vedação de pastagens e suplementação, boas práticas de produção, produção de novillo precoce, entre outras.

Essas tecnologias podem trazer ganhos de eficiência para os sistemas produtivos pecuários, melhorando os indicadores zootécnicos e, conseqüentemente, a taxa de desfrute e lucratividade do pecuarista. Além disso, permitem o desenvolvimento de novos negócios com foco em diferenciação do produto por qualidade ao longo da cadeia produtiva, gerando, com isso, uma maior competitividade do setor.

Dentre as tecnologias mencionadas acima, a integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF) é, potencialmente, uma das principais estratégias de produção agropecuária sustentável, em particular nos trópicos. No Brasil, verifica-se um proeminente avanço das tecnologias que compõem os diferentes sistemas, modalidades e arranjos de ILPF, com inúmeros benefícios tecnológicos, econômicos e sociais, ecológicos e ambientais.

Esse destaque tem colocado a ILPF em evidência, com grande interesse pela sua adoção por parte dos produtores rurais e, por outro lado, pelo desenvolvimento de políticas públicas e programas de fomento governamentais.

Segundo o Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento, a "ILPF promove a recuperação de áreas de pastagens degradadas agregando, na mesma propriedade, diferentes sistemas produtivos, como os de grãos, fibras, carne, leite e agroenergia. Busca melhorar a fertilidade do solo com a aplicação de técnicas e sistemas de plantio adequados para a otimização e a intensificação de seu uso. Dessa forma, permite a diversificação das atividades econômicas na propriedade e minimiza os riscos de frustração de renda por eventos climáticos ou por condições de mercado".

Apesar de serem conhecidos há bastante tempo, os sistemas de produção que integram atividades agrícolas, pecuárias e florestais são ainda pouco utilizados no Brasil. Estima-se que as diferentes modalidades de Integração lavoura-pecuária-floresta, em diferentes níveis de intensidade, correspondam a cerca de 1,6 milhão de hectares em todos os biomas brasileiros, enquanto que a área total ocupada em atividade agropecuária em todo o país ultrapassa os 60 milhões de hectares.

Alguns gargalos se apresentam para que o referido sistema ganhe escala em todas as regiões do Brasil, são eles: complexidade do sistema e desconhecimento dos seus reais benefícios; a baixa capacitação do produtor rural e de técnicos da assistência técnica e extensão rural (ATER) e outros atores, como os agentes financeiros; falta de mão-de-obra especializada; falta de infraestrutura adequada; elevado investimento inicial, entre outros.

### **Criação de novos negócios sustentáveis na cadeia produtiva da pecuária de corte**

No que se refere à surgimento de novos negócios sustentáveis na cadeia produtiva da carne bovina, é de extrema importância estratégica identificar o comportamento e

preferência de quem está adquirindo o produto ao longo da cadeia de valor, sejam eles consumidores intermediários, institucionais ou consumidores finais (população em geral

Existe um consenso na literatura que, historicamente, as relações entre os agentes da cadeia bovina sempre foram conflituosas, o que define uma relação entre seus membros, exclusivamente, via mercado.

Entretanto, as transações em que a identidade dos atores tem pouca importância tornaram-se inadequadas, em função das mudanças nos atributos valorizados pelos consumidores, em que cada vez mais são crescentes as preocupações com questões sanitárias, ambientais, com o bem-estar animal, com a exploração de mão-de-obra infantil, com a responsabilidade corporativa, com a obesidade da população, com o comércio justo, entre outros aspectos.

Em sintonia com esta realidade, percebe-se crescente desenvolvimento de projetos empreendedores, arquitetados coletivamente ao longo da cadeia produtiva, que visam agregação de valor na carne bovina. Esses projetos fundamentam-se no interesse cada vez maior dos consumidores pela qualidade e segurança dos alimentos, fruto da internacionalização de sua produção e consumo.

Nesse sentido, atributos como Denominação de Origem, Rastreabilidade, Transparência nos Processos Produtivos, Boas Práticas Agropecuárias e Esquemas de Qualidade Assegurada, Produção Orgânica, Boi Verde, Carne Natural, Uso de Selos Verdes e Certificações Socioambientais entre organizações com relações horizontal e vertical no processo de produção, vêm ganhando um espaço cada vez maior nos últimos anos, sendo variáveis fundamentais nos projetos empreendedores de agregação de valor ao longo da cadeia da carne bovina, proporcionando excelentes oportunidades mercadológicas.

Para tanto, a cadeia da carne bovina brasileira precisa se comunicar mais eficientemente com seus clientes. É necessário lembrá-los que a carne pode fazer parte de uma dieta saudável. É preciso trabalhar em inovação e na criação de novos produtos. Algumas razões sustentam o argumento pelo qual devemos apostar em carne de qualidade: uma delas é a concorrência.

A carne bovina possui um valor elevado quando comparado às demais proteínas animais, podendo aumentar proporcionalmente esse valor a médio e longo prazo. Sendo assim, para ter competitividade no mercado há necessidade de se investir em uma base de sustentação que garanta produtos diferenciados em relação a qualidade, ao sabor e a experiência. Vários estudos apontam que a disponibilidade de renda leva o consumidor a escolher carne bovina.

No mercado interno, por exemplo, a ascensão econômica da classe C, que representa 54% da população brasileira, com renda mensal familiar média de R\$ 2.900, fez com que o perfil desse consumidor mudasse rapidamente, em especial na área de alimentação. Uma das mais significativas transformações está no aumento de 4,2% das compras de carne bovina de primeira (Neves, 2012).

Em 2005, havia 26 milhões de brasileiros nas classes A e B. Em 2010, eram mais de 42 milhões de pessoas. As classes A e B consomem mais, e principalmente, e são mais exigentes quanto à qualidade, sabor, experiência de consumo e se preocupam com as questões ambientais, especialmente com o custo do capital natural envolvido no processo de produção pecuário (CAVALCANTI, 2012).

No mercado externo, especialmente nos mercados emergentes como Ásia, Oriente Médio e Norte da África, o incremento no consumo de carne bovina deve ser de 5% em 2012, o que significa 8,2 milhões de toneladas. Se em 1965 os países em desenvolvimento representaram 15,4% das importações mundiais de carnes, em 2010 essa fatia chegou a 55,4%. Cabe salientar que o aumento de renda dos países emergentes não aumenta apenas a classe média. Aumenta também as classes A e B. Na China, o mercado *premium* será de US\$ 27 bilhões em 2015. No Brasil, espera-se que o mercado *premium* cresça 25% nos próximos anos.

Nos mercados mundiais mais exigentes, onde o nível de renda e cultura é mais elevado, existe o apelo de consumo para carne natural/orgânica/sustentável. O sistema produtivo pecuário brasileiro, de forma geral, já está em sintonia com essa, visto que a maior parte da nossa criação se dá a pasto, conforme descrito anteriormente.

Porém, as vendas do produto brasileiro poderiam expandir-se ainda mais se fossem considerados os atributos acima mencionados. Embora se acredite que essa alternativa jamais vá absorver uma porcentagem expressiva das exportações brasileiras, ela pode ser atraente como um nicho de mercado a ser explorado.

Postos estes argumentos, buscou-se sintetizar as oportunidades de novos negócios sustentáveis para a cadeia da carne bovina brasileira. São elas:

- 1) Explorar a diferenciação por qualidade na carne bovina, especialmente com foco em sustentabilidade ambiental ao longo de toda a cadeia produtiva;
- 2) Produção de pecuária orgânica;
- 3) Venda de produtos e serviços ambientais por produtores;
- 4) A multifuncionalidade da propriedade rural, como a exploração do Ecoturismo;
- 5) Desenvolver marcas geográficas, valorizando a diversidade de Biomas e suas influências no sabor da carne, enaltecendo os aspectos ambientais do processo produtivo;
- 6) Desenvolver produtos *Premium* que ofereçam um conjunto de atributos (conveniência, características organolépticas, embalagem, etc.) que vão além da segurança do alimento
- 7) Desenvolver negócios que explorem a capacidade de gerar produtos diversos (cortes e produtos com maior valor agregado), compondo um mix variado, sem incorrer em tempo ou custos adicionais para o consumidor.

Tais oportunidades alavancarão outros setores adjacentes ao da pecuária bovina, tais como empresas privadas de consultoria, negócios de comercialização online de serviços e produtos para a pecuária, leiloeiras, bolsa de mercadorias e futuro, empresas de propaganda e *marketing*, entre outros.

Por fim, quanto aos obstáculos a serem vencidos pela cadeia da carne bovina brasileira para os próximos anos, destacam-se: a superação das barreiras sanitárias; o desenvolvimento de um padrão de qualidade e seu reconhecimento pelo mercado importador; a constituição de uma cadeia melhor coordenada; a superação de limitantes de exportação tais como quotas, tarifas e concorrência subsidiada; a colocação de produtos de maior valor; redução do impacto ambiental, especialmente, mediante a utilização do sistema de ILPF; e, melhoria da imagem do pecuarista perante a sociedade brasileira, particularmente, no que diz respeito à sua associação negativa com o desmatamento e o descumprimento de leis ambientais.

Apesar dos enormes e complexos desafios impostos a cadeia produtiva da pecuária de corte brasileira, a expressiva evolução do setor nas últimas duas décadas indica que é possível termos uma pecuária de corte com padrões de sustentabilidade. Para tanto, é necessário que, cada vez mais, os diversos *stakeholders* que atuam na cadeia possam pensar e desenvolver coletivamente as estratégias do setor.

## Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS EXPORTADORAS DE CARNE. **Perfil da Cadeia Produtiva da pecuária de Corte em 2011**. São Paulo, [2013?]. Disponível em: <[www.abiec.com.br](http://www.abiec.com.br)>. Acesso em: 1 out. 2012.

BALBINO, L. C.; CORDEIRO, L. A. M.; OLIVEIRA, P. de; KLUTHCOUSKI, J.; GALERANI, P. R.; VILELA, L. Agricultura sustentável por meio da integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF). **Informações Agronômicas**, n. 138, p. 1-18, 2012.

CEZAR, I. M.; QUEIROZ, H. P.; THIAGO, L. R. L. de S.; CASSALES, F. L. G.; COSTA, F. P. **Sistemas de produção de gado de corte no Brasil**: uma descrição com ênfase no regime alimentar e no abate. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2005. 40 p. (Embrapa Gado de Corte. Documentos, 151).

DOSSA, D.; BASTOS, E. T.; GASQUES, J. G.; CARLOS A. MATTOS SANTANA, C. A. M.; GOMES, E. G.; ALVES, E. R.; SOUZA, G. da S. e. **Brasil projeções do agronegócio 2010/2011 a 2020/2021**. Brasília, DF, 2011. 58 p.

CAVALCANTI, M. da R. Por que devemos apostar em carne de qualidade? **BeefPoint**, 28 set. 2012. Disponível em: <<https://www.beefpoint.com.br/porque-devemos-apostar-em-carne-de-qualidade/>>. Acesso em: 28 set. 2012.

ESTUDO sobre a eficiência econômica e competitividade da cadeia agroindustrial da pecuária de corte no Brasil. Brasília, DF: IEL: SEBRAE: CAN, 2000. 398 p.

EUCLIDES FILHO, K. **Produção de bovinos de corte e o trinômio genótipo-ambiente-mercado**. Campo Grande, MS: Embrapa Gado de Corte, 2000. 61 p. (Embrapa Gado de Corte. Documentos, 85).

MELO FILHO, G. A.; COSTA, F. P.; CORRÊA, E. S.; PEREIRA, M. D. A.; CEZAR, I. M.; SILVA NETTO, F. G. D. **Sistema e custo de produção de gado de corte no Estado de Rondônia**. Campo Grande, MS: Embrapa Gado de Corte, 2005. 7 p. (Embrapa Gado de Corte. Comunicado técnico, 92).

NEVES, M. F. Cadeia da carne bovina deve mirar mercados emergentes. **Valor Econômico**, 23 abr. 2012. Disponível em: < <https://www.valor.com.br/agro/2627496/cadeia-da-carne-bovina-deve-mirar-mercados-emergentes-diz-estudo>>. Acesso em: 23 abr. 2012.

SILVA, J. F. **Brazil:** Livestock and Products Annual: Annual Livestock 2014. Washington, DC: USDA, 2014. 13 p.



## Capítulo 9

# Custo-benefício dos sistemas de produção em integração

---

*Fernando Paim Costa  
Ivo Martins Cezar (in memoriam)  
Geraldo Augusto de Melo Filho  
Davi José Bungenstab*

## A adoção de sistemas de produção em integração

Segundo Medrado (2000), sistema agroflorestal é “um sistema de manejo sustentado da terra que aumenta o seu rendimento, combinando a produção de plantas florestais com cultivos agrícolas e/ou animais, simultânea ou consecutivamente, de forma deliberada, na mesma unidade de terreno, envolvendo práticas de manejo em consonância com a população local”.

Várias vantagens podem ser citadas em favor dos sistemas de integração lavoura-pecuária (ILP), pecuária-floresta (IPF) e lavoura-pecuária-floresta (ILPF). Muitas delas têm um caráter social, extrapolando a porteira da fazenda, outras se restringem ao estabelecimento rural. Os principais benefícios econômicos diretos para o produtor são:

- Aumento do produto total;
- Melhor aproveitamento da mão-de-obra;
- Redução do custo unitário dos produtos;
- Aumento do lucro, como resultado da maior produção e menor custo;
- Melhor distribuição e diversificação das receitas ao longo do ano, gerando um fluxo de caixa mais equilibrado;
- Redução dos riscos na produção e nos preços, devido à diversificação de atividades.

A agregação de valor também tem sido citada como um dos benefícios dos sistemas de integração, mas essa vantagem, usualmente, não existe de fato na maioria dos casos; para tanto o sistema de integração precisaria envolver também, em algum grau, o processamento dos produtos primários colhidos e sua certificação.

Com todas as vantagens econômicas apresentadas anteriormente, e ainda os inúmeros benefícios agrônômicos, zootécnicos e ambientais citados em outras seções desta publicação, seria de se esperar que os sistemas de integração tivessem ampla adoção, até porque tais sistemas são praticados, em algum grau, há várias décadas. Por que, então, os monocultivos se tornaram dominantes no cenário agrícola?

De forma especulativa, listam-se alguns possíveis motivos:

- Visão de curto prazo do produtor, que privilegia o monocultivo, com seus ganhos imediatos;
- Indução pelas indústrias de equipamentos e insumos, geralmente especializadas, a quem interessa ter uma clientela também especializada;
- Ganhos de escala propiciados pela especialização;
- Requerimento de investimentos específicos, em itens que não são usuais no sistema tradicional;
- Necessidade dos próprios pecuaristas investirem em gado, para aproveitarem o aumento da capacidade de suporte resultante da recuperação/renovação da pastagem;

- Menor necessidade de habilidades de gerência e tecnologias da informação nos sistemas não diversificados, já que explorar (produzir e comercializar) um produto único é muito mais simples que a produção integrada;
- Importância secundária dada às questões sociais e ambientais, possivelmente, pela falta de uma remuneração direta pelas mesmas;
- Falta de iniciativa e habilidades empreendedoras nos produtores e novos ingressantes na atividade agrícola.

Apesar dessas forças contrárias, nos últimos anos, os sistemas de integração vêm ocupando espaços de forma acelerada. Nesse movimento, há agricultores passando a fazer também pecuária e produção de madeira ou outros produtos florestais, bem como a situação inversa, isto é, pecuaristas introduzindo agricultura e florestas. Diversos trabalhos enfatizam as dificuldades enfrentadas pelos pecuaristas que querem fazer integração, salientando razões culturais, deficiências na gerência e falta de maquinário, entre outros fatores (Costa; Macedo, 2001; Yokoyama; Stone, 2003). No entanto, algumas referências (Pimentel, 2004, 2005) têm afirmado o contrário, apontando as grandes dificuldades que se apresentam ao agricultor, destacando-se a falta de linhas de crédito para construir currais, aguadas e cercas, e mesmo para comprar gado, além da complexidade do sistema de produção animal e da necessidade de maiores áreas quando se pretende a produção baseada em pastagens.

Para o desenvolvimento regional e nacional, o que de fato importa é oferecer a agricultores e pecuaristas, alternativas adequadas que possam aumentar a sustentabilidade dos sistemas de produção. Para obter essa sustentabilidade, a viabilidade econômica é fundamental. Medir essa viabilidade e apresentar o resultado das análises de forma clara e precisa, de preferência seguindo algum tipo de padrão amplamente aceito, é fundamental para a difusão dos sistemas de integração.

## **Características econômicas da integração lavoura-pecuária-floresta**

A definição de critérios de avaliação adequados requer uma plena compreensão da natureza econômica dos sistemas de integração. Por isso, listam-se a seguir as principais características desse tipo de exploração:

- Grande número de alternativas de produção disponíveis, possibilitando inúmeras combinações de atividades. Salienta-se a complexidade dessa escolha, decorrente da dinâmica dos sistemas em sucessão, onde as variáveis espaço e tempo são fundamentais;
- Numerosas possibilidades de combinação dos fatores de produção (terra, capital e trabalho e seus desdobramentos). Tal característica é ainda mais visível na pecuária, onde os sistemas de produção são extremamente flexíveis quanto ao emprego de tecnologias e ao nível de uso de insumos;

- Caracterização de um processo de mudança a partir de um sistema já existente, seja ele de produção vegetal ou animal, salientando-se a dificuldade na definição das espécies vegetais, especialmente do componente arbóreo, ideais para cada condição;
- Planos de produção que envolvem investimentos cujos efeitos se prolongam por um longo horizonte de tempo;
- Efeitos defasados do uso de determinados insumos. Por exemplo, a adubação da lavoura pode beneficiar a pastagem que a sucede durante vários anos;
- Em consonância com a busca da sustentabilidade, os objetivos dos produtores tendem a ser múltiplos, ao invés de se restringirem à simples maximização do lucro;
- Na composição dos benefícios dos sistemas de integração, há diversos “produtos” de difícil valoração monetária, por falta de valor de mercado, como por exemplo, os efeitos positivos na microflora e microfauna do solo, na redução da erosão, no microclima e no bem-estar animal.

## Diretrizes para avaliação econômica de sistemas de integração

Primeiramente, para maior clareza, cabe comentar que os sistemas de ILPF podem ser avaliados do ponto de vista macro ou microeconômico. Na primeira forma, são considerados seus impactos agregados, no âmbito regional, como feito por Yokoyama e Stone (2003) com sistemas de ILP. A segunda forma se restringe ao estabelecimento rural, levando em conta os custos e benefícios privados.

Uma segunda divisão se refere à origem dos dados a analisar, que pode ser um caso real ou um experimento. Nas avaliações de casos, a principal limitação é a insuficiência de dados. Já os experimentos, se bem planejados, oferecem as informações necessárias para avaliação. Cuidado especial deve ser tomado quanto à extrapolação de resultados. A análise econômica de dados experimentais pressupõe a análise estatística, uma vez que tratamentos que não diferem quanto a respostas físicas também não são diferentes quanto a resultados econômicos a elas atrelados.

Ainda, vale ressaltar que as avaliações econômicas podem ser classificadas em dois tipos: avaliações “*ex-ante*”, baseadas em resultados esperados, visando fornecer subsídios às tomadas de decisão; avaliações “*ex-post*”, tendo como alvo casos reais, produzindo resultados sobre eventos passados e servem para se avaliar o sucesso do empreendimento. As análises que visam o planejamento enquadram-se no primeiro grupo, e os coeficientes técnicos e preços usados nesse caso são encontrados na literatura que divulga resultados de pesquisa, na experiência de informantes qualificados e em outras fontes secundárias. Já as avaliações “*ex-post*” exigem dados específicos, que precisam ser coletados, registrados e tabulados no dia a dia do sistema de produção “real” sob análise.

As diretrizes apresentadas a seguir visam contribuir para uma maior uniformização do processo de avaliação econômica dos sistemas de integração. Os primeiros pontos estão

diretamente associados a cada uma das características citadas na seção anterior, sendo então seguidos por recomendações gerais.

O grande número de alternativas de produção disponíveis torna o planejamento e o controle dos sistemas de produção bastante complexos, dificultando as tomadas de decisão. Na fase de planejamento, instrumentos como a programação linear poderiam ser utilizados, para auxiliar na escolha da combinação de atividades. Já o controle exige o registro sistemático dos eventos que constituem o processo de produção de todas as atividades empreendidas. Esse registro sistemático deve incluir as quantidades de cada recurso usado, seus valores e datas de utilização.

A vasta gama de possibilidades de combinação dos fatores de produção, assim como o ponto anterior, contribui para a grande complexidade dos sistemas de integração. Valem as mesmas observações quanto à necessidade de dispor-se de um sistema de registro de dados adequado, sem o qual as avaliações de casos reais ficam totalmente prejudicadas. Para lidar com essa característica, ferramentas de otimização como a programação linear, poderiam ser exploradas. Associada a essas ferramentas, ou mesmo de forma exclusiva, a planilha eletrônica aparece como instrumento simples e imprescindível para armazenar, organizar e analisar dados referentes a tais sistemas.

Por representar um processo de mudança, a ILPF deve ser avaliada em comparação com o sistema pré-existente, como se este fosse o tratamento testemunha usado na experimentação. Se os investimentos atingirem maior vulto, deve-se verificar a possibilidade de realizá-los em etapas. Por exemplo, vale confrontar os resultados esperados da recuperação de 30% da pastagem degradada em um só ano com a recuperação em três etapas de 10%.

A comparação entre o sistema “melhorado” e o “tradicional” pode ser feita confrontando-se situações já estabilizadas ou levando em conta o processo de transição inerente à implantação do sistema integrado. O primeiro caso corresponde a uma avaliação estática, menos informativa, insuficiente para embasar decisões como a adoção ou não da ILPF por um dado produtor. Quando a transição é levada em conta, a análise torna-se muito mais realística, uma vez que todos os eventos que compõem a íntegra do projeto são considerados, devidamente distribuídos no tempo. Por outro lado, o longo horizonte de tempo associado à ILPF, em contraste com o ciclo curto das culturas anuais, exige atenção especial. Independentemente do processo de inflação, isto é, mesmo que se trabalhe com preços reais, é preciso levar em conta a variação de valor da moeda no tempo.

Ao se comparar dois sistemas de integração, é óbvia a escolha por aquele que apresenta maiores ganhos no início do horizonte de planejamento, mantendo-se tudo o mais inalterado. Essa preferência temporal é expressa por indicadores como o valor presente líquido (VPL) e a taxa interna de retorno (TIR), entre outros. Esses dois parâmetros levam à mesma conclusão quanto à atratividade do projeto, mas o VPL é mais simples de calcular e menos sujeito a usos e interpretações equivocadas. Para o cálculo desses indicadores é preciso gerar um fluxo de caixa que, dependendo da complexidade do sistema e da relevância de cada evento de produção em particular, pode ter como unidade de tempo o mês, a estação do ano ou o próprio ano.

Ao calcular o VPL e mesmo a TIR, é conveniente fazê-lo com base no fluxo de caixa adicional, isto é, no fluxo que retrata o processo de mudança proposto ou realizado. Este fluxo é obtido como a diferença entre benefícios e custos adicionais (em relação ao sistema tradicionalmente desenvolvido), seguindo os mesmos princípios da orçamentação parcial.

Cabe ainda comentar que, ao avaliar a atratividade de um dado sistema, deve-se olhar também o perfil do fluxo de caixa, já que o projeto com maior VPL pode, apesar da maior rentabilidade, estar comprometendo a sobrevivência do produtor. Neste caso são necessárias simulações de opções (crédito, distribuição dos investimentos em período mais longo etc.) que ajudem a amenizar os períodos em que a fazenda fica no “vermelho”. No caso de se considerar o uso de financiamento, os recursos liberados pelo banco, bem como as amortizações e os pagamentos de juros, devem entrar no fluxo de caixa. Ainda, no último ano do fluxo de caixa, é necessário adicionar as variações no valor de ativos como rebanho, instalações e equipamentos, devidamente depreciados até esta data. Isto deve ser feito porque a vida útil de muitos investimentos não necessariamente coincide com o horizonte de tempo considerado na avaliação.

A defasagem nos efeitos de certas práticas ou insumos deve ser objeto de atenção, sob pena de se subestimar os benefícios da interação entre atividades. Por exemplo, quando o último período do horizonte de tempo analisado inclui uma adubação de lavoura, a qual é seguida pela implantação de pastagem, inclui-se um custo sem levar em conta a íntegra dos benefícios correspondentes. Neste caso, poder-se-ia usar o artifício de estimar uma grandeza para tais benefícios, e adicioná-la no último ano do fluxo de caixa. Um exemplo desse tipo de problema pode ser encontrado em Costa e Macedo (2001).

Na formulação de projetos de mudança para sistemas de integração, deve-se buscar entender com clareza os objetivos pretendidos, os quais podem ir muito além da simples maximização de lucro. Esta é uma tarefa difícil, que exige muita análise e habilidade, mas seu resultado certamente tem efeito significativo na composição e no formato do projeto de integração a implementar.

A complexidade da ILPF implica também na existência de alguns benefícios de difícil quantificação monetária. É o caso, por exemplo, da palhada usada no plantio direto e do ganho de peso em bovinos não acabados. O primeiro caso é mais complicado, o que não impede o estabelecimento de pressupostos capazes de embasar alguma estimativa. Já para o ganho de peso, o procedimento usual é transformar o peso vivo em peso de carcaça, usando-se um rendimento baixo como 50%.

Apesar de ser uma prática comum, reforça-se a importância de calcular-se a participação percentual de cada item de custo no custo total e em grupos de custos intermediários. Nos sistemas complexos como os de ILPF, esse simples cálculo é particularmente muito informativo. Também, simples e informativa é a apresentação dos indicadores de desempenho dos sistemas avaliados (sistema tradicional e ILPF) na forma de índices, com o que se obtém uma melhor visão do impacto da mudança.

Outra diretriz importante é a realização de análises de sensibilidade para as variáveis mais importantes, como a produtividade das lavouras, o ganho de peso dos bovinos e os preços dos grãos, da carne e da madeira. Este procedimento é recomendável porque,

salvo alguma exceção, as variáveis consideradas na avaliação são tratadas de forma determinística. Essas análises de sensibilidade ampliam o espectro dos resultados esperados, qualificando o processo de tomada de decisão. Técnicas mais específicas de inclusão de risco, como o método Monte Carlo, podem também ser utilizadas, desde que se disponha de séries históricas das variáveis aleatórias mais relevantes.

Por fim, chama-se a atenção para dois problemas encontrados, em certo grau, nos relatos de avaliações de sistemas de integração. O primeiro é a falta de uma melhor definição dos indicadores econômicos usados, que carecem de clareza e precisão. Isso é necessário porque estes indicadores estão, geralmente, associados a diversas denominações. Lucro, por exemplo, pode ser expresso como lucro líquido, lucro normal, lucro puro etc. Para sanar este problema, é preciso descrever como o indicador é calculado (que componentes do custo entram no cálculo). O segundo ponto é não deixar que ocorra a falta de correspondência entre custos e benefícios atribuídos ao novo sistema, o que pode levar a interpretações tendenciosas. Este problema tem origem na superestimação de benefícios, pela inclusão de números que já vinham sendo gerados pelo sistema pré-existente, bem como na subestimação de custos, devido à omissão de itens determinados pela adoção dos sistemas de integração.

## Considerações finais

O crescimento no uso de sistemas de integração representa uma verdadeira mudança de paradigma, na medida em que se coloca em prática o consensual discurso da sustentabilidade. O surgimento de conceitos como “*Sustainomics*”, criado no âmbito da Sociedade Internacional de Economia Ecológica para rotular uma base de conhecimentos ao mesmo tempo transdisciplinar, integrativa, compreensiva, heurística e prática, que visa tornar o desenvolvimento mais sustentável (Munasinghe, 2004), exemplifica essa tendência. Nessa nova perspectiva, a tradicional preocupação com aspectos produtivos e financeiros não é mais suficiente para garantir a sobrevivência e o crescimento dos negócios, sendo necessário inserir indicadores de sustentabilidade como parte dos controles ordinários e da própria contabilidade formal. Galgar esse degrau é um grande desafio, e a Economia Ecológica (ou Economia Ambiental) apresenta-se como importante aliada nessa busca, reconhecendo que o sistema socioeconômico baseia-se e depende dos sistemas naturais e, de outro lado, interfere e transforma seu funcionamento.

## Referências

COSTA, F. P.; MACEDO, M. C. M. Economic evaluation of agropastoral systems: some alternatives for Central Brazil. In: WORKSHOP ON AGROPASTORAL SYSTEM IN SOUTH AMERICA, 2001, Tsukuba. **Proceedings...** Tsukuba: JIRCAS, 2001. p. 57-62. (JIRCAS Working Report, 19).

MEDRADO, M. J. S. Sistemas agroflorestais: aspectos básicos e indicações. In: GALVÃO, A. P. M. (Org.). **Reflorestamento de propriedades rurais para fins produtivos e ambientais: um guia para ações municipais e regionais**. Brasília, DF: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia; Colombo: Embrapa Florestas, 2000. p. 269-312.

MUNASINGHE, M. Sustainomics: a trans-disciplinary framework for making development more sustainable. In: INTERNET Encyclopaedia of Ecological Economics. Boston: International Society for Ecological Economics, 2004. 18 p. Disponível em <<http://www.ecoeco.org/pdf/sustainomics.pdf>>. Acesso em: 20 out. 2011.

PIMENTEL, M. S. Integração lavoura-pecuária: revolução interna. **Panorama Rural**, v. 5, n. 71, p. 42-49, 2004.

PIMENTEL, M. S. Integração lavoura-pecuária: fácil é o caramba! **Panorama Rural**, v. 5, n. 72, p. 46-52, 2005.

YOKOYAMA, L. P.; STONE, L. F. Impactos socioeconômicos e estratégia de transferência de tecnologia do sistema barreirão. In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L. F.; AIDAR, H. (Ed.). **Integração lavoura-pecuária**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. p. 385-404.



## Capítulo 10

# Serviços Ambientais em sistemas silvipastoris

---

*Maria Luiza Franceschi Nicodemo  
Odo Primavesi*

## Serviços ambientais naturais: conceitos básicos

A estabilidade do nosso planeta depende de uma série de processos biofísicos que estão sendo comprometidos pela atividade humana (Steffen et al., 2015). Um grupo de especialistas propôs limites de segurança para esses processos fundamentais, acima dos quais corremos grande risco de um colapso, com mudanças abruptas que poderiam ter consequências devastadoras para a população humana. Três (diversidade genética e fluxos bioquímicos do nitrogênio e do fósforo) dos nove processos identificados - que também incluem uso de água doce; alteração de uso da terra; acidificação dos oceanos; perda de ozônio da estratosfera; e carga de aerossóis da atmosfera - já ultrapassaram esses limites. Precisamos mudar a forma de produzir, de modo a reduzirmos ao mínimo o impacto negativo sobre a vida na Terra. Vamos discutir, então, as relações entre a provisão de serviços ambientais e a agropecuária.

No início da história da Terra, os ambientes apresentavam predominância de rocha matriz, sem solo, impermeável, sem lençol freático, com ciclo hidrológico curto (chuvas intensas de curta duração, com escoamento superficial, retornando logo de volta ao oceano), com amplitude térmica e hídrica elevada, sem cadeia alimentar, sem serviços ecossistêmicos favorecedores de vida superior, inóspita à vida superior e à produção de biomassa, constituindo os *ambientes naturais primários*. Com o desenvolvimento construtivo (ou sintrópico) do nosso planeta, a situação se inverteu na maior parte dos ambientes terrestres. Chegamos aos *ambientes naturais de clímax*, geralmente florestais, com solo permeável, com lençol freático e água doce armazenada, residente, disponível mesmo em períodos sem chuva, com ciclo hidrológico longo (chuvas menos intensas e mais distribuídas, submetidas a ciclos de evapotranspiração-chuva-infiltração e pouco escoamento superficial, demorando a volta ao oceano), amplitudes térmicas e hídricas atenuadas de forma continuada, com condições excelentes para uma complexa teia alimentar, de vida superior abundante, diversificada e de produção de biomassa. A mudança das características das estruturas e dos processos ou serviços ecossistêmicos de ambientes naturais de clímax de volta para características de ambientes primários (como em áreas degradadas, com solos impermeabilizados), chama-se regressão ecológica, e deve ser evitada para preservar a vida superior (incluindo a humana) e a capacidade produtiva do ambiente.

A natureza se expressa por meio do conjunto de estruturas (ou infraestrutura natural, análoga ao *hardware* de um computador) e de processos (ou funções ou serviços ambientais naturais ou serviços ecossistêmicos, análogos aos *softwares*). Fica mais fácil perceber os serviços ambientais naturais ao se comparar os processos, sua intensidade e amplitude, que ocorrem em ambientes naturais primários e ambientes naturais de clímax. Ambientes que apresentem estruturas e serviços ambientais naturais mais afastados de um ambiente natural primário, em geral, permitem um retorno eficaz e ótimo dos recursos e dos insumos investidos em um sistema de produção. Tornam-se mais eficientes.

Assim, serviços ambientais naturais são os benefícios que as pessoas recebem dos ecossistemas. Podem ser classificados em serviços de provisão (produção de alimentos, fibras, energia e água doce), de regulação, de suporte - que são serviços necessários para

a produção de outros serviços - e serviços culturais, que são benefícios não-materiais que enriquecem a qualidade de vida e promovem o enriquecimento espiritual, recreação e experiências estéticas (Millenium Ecosystem Assessment, 2005).

Dentre os serviços de regulação e de suporte, podemos citar:

- Manutenção da qualidade do ar e controle da poluição, por meio da regulação da composição dos gases atmosféricos;
- Controle da temperatura e do regime de chuvas, por meio do ciclo biogeoquímico do carbono e da evapotranspiração da vegetação que vai contribuir para manter a umidade relativa do ar; além da atenuação da velocidade de brisas e ventos;
- Regulação do fluxo de águas superficiais e controle das enchentes;
- Formação e manutenção do solo e da fertilidade do solo, pela decomposição de rochas e da matéria orgânica e pelas interações entre raízes de plantas, bactérias e fungos.
- Degradação de dejetos industriais e agrícolas e ciclagem de nutrientes;
- Redução da incidência de pragas e doenças pelo controle biológico ou equilíbrio de populações, bem como atuando como barreira de propagação; e
- Polinização de plantas agrícolas e silvestres.

Esses processos são, em sua maioria, mediados pela atividade biológica, que depende assim da manutenção da biodiversidade. Com a revolução verde, optou-se por transformar a paisagem (os ecossistemas naturais clímax ou próximo a eles) em agroecossistemas intensivos e simplificados (aproximando-os mais ou menos de características de ambientes naturais primários), onde muitos serviços ambientais naturais ou ecossistêmicos foram reduzidos, ou mesmo desligados, e substituídos pela intervenção humana (atualmente chamados serviços ambientais antrópicos). Nesses sistemas, o preparo mecanizado do solo substituiu as alterações nas propriedades físicas do solo oriundas da interação entre raízes, organismos vivos do solo e matéria orgânica que favorecem a germinação e o desenvolvimento das sementes; a adição de fertilizantes minerais substituiu os processos de reciclagem de nutrientes; pesticidas para controle de plantas daninhas, doenças e pragas; a manipulação genética das cultivares substituiu o processo natural de seleção de plantas (Altieri, 1999).

Dos 24 serviços ambientais naturais estudados em Millenium Ecosystem Assessment, (2005), 15 deles (aproximadamente 60%), foram classificados como degradados ou utilizados de forma não-sustentável, especialmente água doce, recursos pesqueiros de captura, purificação da água e do ar, controle do clima regional e local e de desastres naturais e de pragas (Tabela 1).

**Tabela 1.** Situação global de serviços ambientais.

Serviço	Sub-categoria	Status	Notas
<b>Serviços de provisão</b>			
Alimento	Cultivos	▲	Grande aumento na produção
	Produção animal	▲	
	Recursos pesqueiros	▼	Declínio na produção por sobrepesca
	Aquicultura	▲	Grande aumento na produção
	Alimentos selvagens	▼	Declínio na produção
Fibra	Madeira	±	Perda em algumas regiões; aumento em outras
	Algodão, linho, seda	±	
	Lenha/carvão	▼	Declínio na produção
Recursos genéticos		▼	Perdas por extinção; perda de recursos genéticos de cultivos
Bioquímicos, farmacêuticos e remédios naturais		▼	Perdas por extinção e por colheita excessiva
Água doce		▼	Uso não-sustentável para dessedentação, indústria e irrigação
<b>Serviços de regulação</b>			
Controle da qualidade do ar		▼	Declínio na capacidade de autoregulação da atmosfera
Controle do clima	Global	▲	Fonte líquida de sequestro de carbono nos últimos 50 anos
	Regional e local	▼	Preponderância de impactos negativos. Há redução dos benefícios obtidos dos serviços, seja por alteração no serviço – por exemplo, o desmatamento reduz a precipitação pluvial - ou porque a pressão antrópica excede a capacidade de provisão do serviço.
Controle da água		±	Variável, dependendo de local e mudança do ecossistema
Controle da erosão		▼	Aumento da degradação do solo
Purificação da água e tratamento de resíduos		▼	Perda da qualidade da água
Controle de doenças		±	Variável dependendo da mudança do ecossistema
Controle de pragas		▼	Controle natural degradado pelo uso de pesticidas
Polinização		▼ <sup>a</sup>	Aparente declínio global de polinizadores
Controle de desastres naturais		▼	Perda de zonas-tampão (mangues e alagados)
<b>Serviços culturais</b>			
Valores espirituais e religiosos		▼	Rápido declínio em espécies e lugares sagrados
Valores estéticos		▼	Declínio na qualidade e quantidade de áreas naturais
Recreação e ecoturismo		±	Mais áreas acessíveis, mas várias estão degradadas

<sup>a</sup> indica certeza de baixa a média; todas as outras tendências tem grau de certeza de médio a alto.

Símbolos: ▲ elevação; ▼ redução; ± efeito variável.

Fonte: Millenium Ecosystem Assessment (2005).

A introdução de árvores nos sistemas de produção, por meio de sistemas agroflorestais ou da integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF), pode ser um caminho para minimizar a perda de serviços ambientais. Um estudo avaliou trabalhos publicados em língua inglesa de 1950 a 2015 (Reed et al., 2017) sobre o impacto da presença de árvores nos serviços ecossistêmicos nos trópicos. O impacto positivo gerado pelas árvores na renda, fertilidade do solo, polinização, controle de pragas e conservação do solo, entre outros, compensou a eventual redução da produção agrícola. Apenas 16% dos casos estudados mostraram redução nos benefícios auferidos pela soma dos impactos trazidos pelas árvores em relação às áreas sem árvores, mesmo considerando que 36% dos casos mostraram redução da produção agrícola. A presença das árvores pode contribuir, então, significativamente para a redução de riscos, trazidos, por exemplo, por flutuações do mercado ou por mudanças climáticas.

## Água e solo

As florestas são produtoras (recicladoras de água de chuvas) e cotransferidoras de chuvas do litoral (produzidas sobre os mares e empurradas ao continente pelos ventos alísios) ao interior. Diversos estudos têm mostrado a importância da manutenção das matas para a conservação do regime de chuvas suprarregional. No caso do Brasil, um processo muito conhecido foi popularmente denominado “Rios Voadores”, que são correntes de ar que carregam umidade de Norte a Sul do país e são responsáveis por grande parte da precipitação pluvial no Centro-Oeste, Sudeste e Sul do Brasil, com impacto ainda no Uruguai, Paraguai e Argentina. Os ventos dominantes da Amazônia carregam a umidade do mar para o interior. A cada ciclo de precipitação se cria novo ciclo de evapotranspiração da mata, em que parte da umidade original é carregada cada vez mais para o interior do continente, até encontrar a barreira andina, quando essa umidade é redirecionada para o Sul. Estima-se que 70% da precipitação que atinge o Estado de São Paulo na época das chuvas seja fruto deste processo (Fearnside, 2004). Mudanças de uso de solo, com substituição da floresta por pastagens ou por agricultura, aumentam a perda da água por escoamento superficial, reduzindo não só a umidade que chega ao interior do solo, mas também aquela que se desloca pelo continente (Fearnside, 2004; Spracklen et al., 2012). Como consequência, poderemos observar o encurtamento perigoso do ciclo da água e o aumento do número e extensão dos períodos secos.

Esse processo de formação de chuvas ocorre, em menor extensão, em outras áreas florestadas, apontando para a importância de estruturas vaporizadoras permanentes para a manutenção da umidade do ar. Em uma mata ciliar de área de “Cerradão” no Estado de São Paulo, da chuva que atingiu a cobertura vegetal, apenas 62,4% chegou ao piso florestal; o restante, 37,6%, foi interceptado pelos galhos, folhas e troncos e retornou à atmosfera por evaporação, contribuindo para a formação de novas precipitações (Lima, 1998). Árvores e arbustos têm 4 a 6 vezes mais probabilidade de ter raízes profundas ( $\geq 4$  m) que plantas herbáceas perenes. De modo geral, a profundidade média das raízes segue o gradiente, de maior para menor profundidade: árvores > arbustos > gramíneas > plantas anuais (Schenk; Jackson, 2005). Assim, durante o período de seca, o solo seca da superfície para maiores profundidades, e a árvore tem melhores condições de auxiliar na manutenção da umidade relativa do ar pela transpiração. Essa água pode não estar disponível para plantas herbáceas, mas ajuda na manutenção da umidade relativa do ar, reduzindo a demanda de evapotranspiração. Além disso, árvores adultas, com sistema

radicular profundo, podem bombear água para a camada superficial do solo, em especial, nas regiões de Cerrado, beneficiando as plantas de raízes mais superficiais (Goldstein et al., 2008), e a manutenção de fungos e bactérias do solo.

No desenvolvimento de ambientes naturais primários para clímax, é priorizada a atração ou facilitação, a captação e o armazenamento, bem como a redução da perda de água pluvial. Isso ocorre por meio do estabelecimento de uma estrutura fundamental constituída de um solo permeável e rico em material orgânico, protegido por cobertura vegetal permanente diversificada e seus resíduos e pela atividade radicular, com micro e mesorganismos associados às plantas. O solo permeável não se mantém sem essa tripla proteção: dossel vegetal, serapilheira e atividade radicular. O binômio solo-planta permanente é estratégico. O solo sem planta, com baixa atividade biológica, que adensa reduzindo os macroporos para menos de 10% (o mínimo necessário), em realidade deixa de realizar sua função primeira, que é captar e conservar água das chuvas. Assim, para conservar a água no solo é necessário:

- Manter o solo coberto;
- Reduzir perdas por impermeabilização e aquecimento do solo;
- Reduzir perdas por brisas e ventos;
- Aumentar a capacidade de armazenar água no solo;
- Promover a nutrição adequada das plantas, permitindo alta produção de biomassa (maior eficiência de uso da água);
- Remover impedimentos ao desenvolvimento das raízes em profundidade.

A introdução de árvores e arbustos em um sistema produtivo agrícola pode ter um papel importante na consecução desses objetivos. A presença de árvores, além de facilitar a precipitação de chuvas e de ajudar a interceptar água das chuvas, pode melhorar características físicas do solo, promovendo maior infiltração da água. Em um estudo realizado em Jaboticabal (SP), estimou-se que foram perdidos 61% e 42% da água que deveria infiltrar-se no solo de uma pastagem e de uma área agrícola, respectivamente, em comparação com a área florestada (Borges et al., 2005).

As árvores desempenham importante papel no controle da erosão e redução do escoamento superficial por meio de vários mecanismos (Ong; Swallow, 2003), que incluem:

- Interceptação da água da chuva pelas copas, reduzindo o impacto das gotas de chuva no solo;
- Maior permeabilidade dos solos;
- Aumento da rugosidade do solo, que cria obstáculos para a movimentação horizontal da água.

A água das chuvas é, em parte, interceptada pelas copas das árvores e pode escorrer pelos galhos e troncos até a superfície do solo ou evaporar antes de alcançar o solo. Como discutido em capítulo específico desta obra, a existência de barreiras (raízes, galhos caídos, folhas e serapilheira) faz com que a água da chuva depositada no solo permaneça no local

por mais tempo, tendo maior oportunidade de infiltração. Ocorre um alongamento do ciclo da água, altamente desejável.

No mundo, cerca de 2 bilhões de hectares de terra e 1,5 bilhão de pessoas são afetados pela degradação dos solos, especialmente nos países em desenvolvimento. Estima-se que anualmente 12 milhões de hectares, que poderiam produzir 20 milhões de toneladas de grãos, são perdidos no processo de degradação, causado pela perda da permeabilidade, uma vez que os macroporos de aeração e de drenagem são reduzidos por adensamento, compactação ou eliminados por erosão, além da perda de fertilidade química e biológica. Um cálculo aproximado, considerando as taxas de degradação atuais, indica que sobraram apenas 60 anos de solo produtivo (“topsoil”). O solo do planeta está sendo perdido entre 10 e 40 vezes a taxa que pode ser naturalmente formado (Nair, 2014).

Foram estimados, no Brasil, prejuízos anuais da ordem de 30 milhões de dólares, por perda de matéria orgânica e de nutrientes, queda na produtividade, perda da fertilidade do solo, depreciação da terra, custos adicionais de tratamento da água para consumo humano, soterramentos e inundações, eutrofização, manutenção de estradas e desassoreamento de reservatórios, entre outros (Telles, 2010).

A introdução de árvores nos sistemas de produção pode contribuir para amenizar a situação acima exposta. Sistemas silvipastoris na Costa Rica, Nicarágua e Colômbia reduziram a perda de solos em quase 50% entre 2002 e 2007, passando de 80,9 a 44,1 t ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> (Banco Mundial, 2013).

As árvores melhoram a qualidade da água. A capacidade de captura das raízes nos horizontes mais profundos melhora o estoque de nutrientes no sistema planta-solo e diminui a lixiviação e escoamento superficial da água carregada de nutrientes, pesticidas e sedimentos que poderiam contaminar águas superficiais e subterrâneas. Árvores e arbustos podem contribuir também para a redução da lixiviação de pesticidas e outros contaminantes, como sulfas e antibióticos, pelo aumento da infiltração e consequente aumento das interações entre as substâncias em solução e o solo; pela redução da velocidade da água carregada por escoamento superficial, promovendo a deposição de sedimentos aos quais os poluentes podem estar associados; por promover o desenvolvimento de comunidades microbianas capazes de degradar agroquímicos orgânicos e por melhorar a capacidade do solo de reter e adsorver/absorver contaminantes orgânicos (Chu, 2011; Lin et al., 2011). Ainda pensando no controle da poluição, as árvores têm a capacidade de melhorar a qualidade do ar pela absorção parcial ou total de alguns gases considerados poluentes, tais como gás carbônico, enxofre e ozônio, através dos estômatos das folhas e lenticelas, bem como pela retenção de material particulado em sua parte aérea (deposição de poeira).

Outro fator que influencia a dissipação da poluição é a formação de células de circulação de ar. A Figura 1 ilustra como ocorre a circulação de ar sobre uma superfície aquecida (A). Se a temperatura em A é maior do que a temperatura no ponto B, esse aquecimento faz diminuir a pressão em A. O ar que estava em A sobe então na direção do ponto B. Como não podem ficar espaços vazios, uma massa de ar vai ocupar o lugar deixado pelo ar que saiu de A. Isso faz com que o ar no ponto D se desloque horizontalmente, indo ocupar o espaço deixado em A. Ao mesmo tempo, a parcela de ar que estava em C desce para ocupar

a posição D, com isso, a parcela de ar que estava em B se desloca para C. O ciclo entre A, B, C e D é chamado de célula de circulação. Uma célula de circulação é responsável pelo movimento entre áreas aquecidas e áreas mais frias. Aqui deve ser destacado que um solo coberto por árvores aquece muito menos que um solo limpo, nu, gerando térmica (massa de ar quente ascendente) menos intensa, isto é, gera um vácuo ou menos sustentação nas horas mais quentes do dia, de forma a facilitar a queda de particulados (poeira, fuligem) e também da água retida nas nuvens, que precipita com maior facilidade. À noite ocorre o inverso, com maior vácuo nas áreas mais frias sobre solo nu.



**Figura 1.** Formação de uma célula de circulação. Durante o dia, o ar se movimenta entre os pontos A (ponto inicialmente mais aquecido), B, C e D em função da temperatura próxima à superfície do solo. À noite, o sentido da circulação se inverte, pois a temperatura é mais estável na área de mata.

Sistemas silvipastoris são capazes de aumentar e manter a fertilidade do solo, por meio do maior aporte de nitrogênio de espécies lenhosas fixadoras de N; maior disponibilidade de nutrientes pela deposição de serapilheira; e maior absorção e ciclagem de nutrientes das camadas mais profundas do solo (Nair, 2011). As propriedades físicas e químicas do solo podem ser melhoradas dentro de quatro a cinco anos da implantação de sistemas silvipastoris (Carvalho et al., 2002).

Além disso, ao alterar o balanço hídrico, esses sistemas criam condições mais favoráveis para a vida no solo (Jose, 2009). Ao se comparar sistemas silvipastoris com pastagens solteiras a pleno sol, observou-se que mudanças no microclima como redução das temperaturas do ar e do solo e menor taxa de evaporação da superfície do solo aumentaram a água disponível do solo, as atividades biológicas do solo e a mineralização de nitrogênio. Constatou-se aceleração na decomposição da matéria orgânica e ciclagem de nitrogênio e aumento de bactérias e invertebrados, com consequente influência na maior agregação do solo, na maior disponibilidade de fósforo e na maior taxa de ciclagem

de nutrientes (Franco et al., 2003). Esses eventos resultam em maior teor disponível de nutrientes e maior produção de biomassa por unidade de área, resultando em menor pegada ecológica (maior produção de forragem de qualidade e de carne por unidade de área por ano), menor pegada de água (maior produção de carne por litro de água utilizado no sistema de produção) e menor pegada de nitrogênio (menor gasto e perda de nitrogênio por unidade de produto gerado), o que é altamente desejável.

## Microclima

A vegetação ajuda a diminuir a variação da temperatura e da umidade do ar. Como vimos, a evapotranspiração é importante na manutenção da umidade relativa do ar. Quando ocorrer em escala, com geração de nebulosidade extensa, pode reduzir a temperatura do ar por meio da redução da incidência de radiação solar, refletida pela superfície superior das nuvens de vapor de água (albedo elevado), à semelhança do que ocorre na Amazônia, em que os menores valores de radiação ocorrem de dezembro a fevereiro (pico do verão). Vale ressaltar que, por outro lado, na estratosfera ocorrem nuvens de cristais de gelo, que não refletem radiação solar, mas retêm radiação de ondas longas, caloríficas, e são originadas sobre áreas degradadas com geração de térmicas intensas.

À medida que o ar tem menos umidade, aumenta a demanda de água da atmosfera para o sistema vegetação-solo. As plantas respondem à menor umidade do ar aumentando a transpiração, dentro de certos limites, e se tiverem acesso à água no solo. Dessa maneira, em sistemas arborizados, as árvores utilizam a água que acessam em maiores profundidades do solo para continuar transpirando. Na Amazônia ocidental, a água encontrada entre 2 m e 8 m de profundidade contribuiu com mais de  $\frac{3}{4}$  da transpiração de árvores perenes na estação seca (Jackson et al., 2000). Em sistemas silvipastoris, pode ocorrer uma situação parecida: as árvores transferem umidade para a atmosfera, o que beneficia a produção continuada da pastagem associada a ela, pois o capim pode manter os estômatos abertos por mais tempo numa condição de menor ressecamento do ar. Entretanto, se o sistema silvipastoril estiver associado a uma área onde predomina a pastagem convencional ou a agricultura, corre o risco de exaurir mais rapidamente suas reservas de água. Com o aumento da demanda evapotranspirativa da atmosfera, a árvore pode competir mais intensamente com o cultivo associado pela água disponível no solo, promovendo seu ressecamento mais rapidamente. Em especial, quando estas áreas adjacentes tiverem amplitudes térmicas maiores, com maiores quedas da umidade relativa do ar, e gerarem brisas e ventos, que carregam a umidade, num processo que procura distribuir a umidade para as áreas com maior demanda atmosférica.

Além disso, sistemas silvipastoris podem contribuir para reduzir as emissões de gases de efeito estufa (GEEs) e os efeitos do aquecimento global e das mudanças climáticas por meio de fixação de carbono (no solo e na biomassa aérea), aumento da eficiência de produção, redução da emissão de metano ruminal e por causa do melhor valor nutricional da dieta animal. Esses eventos levam à redução da pegada de carbono (p.e. menos carbono emitido por quilograma de carne) do produto final, o que é altamente desejável. As árvores de sistemas silvipastoris servem como instrumento para a renovação e recuperação de pastagens e favorecem a ciclagem de nutrientes, especialmente pelo uso de leguminosas lenhosas, auxiliando na disponibilização desses recursos para os

cultivos associados. Estima-se que sistemas agroflorestais (SAF) possam armazenar de 0,29 a 15,21 C t ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> acima do solo e de 30 a 300 t ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> até 1 m de profundidade do solo. O acúmulo de C orgânico no solo cresce com o aumento da diversidade e da densidade de árvores (Nair, 2011).

O desmatamento e a degradação ambiental de grandes áreas pode afetar o clima local mais que o aquecimento global (Primavesi, 2013). Pois as amplitudes térmicas podem ser de até 13°C contra os 1°C a 3°C do aquecimento global, e que reduzem significativamente a umidade relativa do ar, especialmente nas horas mais propícias para a fotossíntese e produção vegetal, que fica assim prejudicada, pois as folhas murcham e os estômatos se fecham.

### **Biodiversidade**

A biodiversidade inclui a riqueza, a abundância relativa e a composição de espécies, genótipos, grupos funcionais e ecossistemas. A redução da biodiversidade pode afetar negativamente o funcionamento e a estabilidade dos ecossistemas e diminuir o bem-estar humano ao reduzir a provisão de serviços ambientais naturais.

As propostas de conservação da biodiversidade combinam ações que visam o aumento da conectividade dos remanescentes de vegetação original, a melhoria na qualidade do habitat nas áreas de produção e o aumento da heterogeneidade das paisagens. Assim, sistemas silvipastoris contribuem para promover a conservação da biodiversidade, por meio de provisão de habitat para espécies que toleram alguma perturbação, da conservação de germoplasma de espécies ameaçadas, que podem inclusive integrar os sistemas de produção, e da redução da pressão sobre áreas naturais. Por exemplo, ao se produzir, nestes sistemas, lenha e madeira para serraria, há menor necessidade de exploração de remanescentes naturais. Sistemas silvipastoris podem contribuir também para o aumento da conectividade e proteção de remanescentes naturais. Apesar da maioria das espécies conseguir se dispersar a partir de uma área de vegetação nativa por até 350 m em áreas abertas adjacentes às florestas nativas, alguns insetos e aves não atravessam distâncias acima de 100 m. Considerando-se que as pastagens brasileiras nos biomas Mata Atlântica, Cerrado e Amazônia apresentarem de 4 a 5 árvores por hectare (Andrade et al., 2012), é fácil perceber-se como a arborização de pastagens pode contribuir fortemente para formar corredores para a fauna. Ainda em sistemas silvipastoris pouco diversos, formados por braquiária e eucalipto, estes fornecem poleiros e abrigos para as aves, permitindo assim a transposição de trechos mais longos entre fragmentos de vegetação natural. Sistemas silvipastoris também auxiliam na manutenção da biodiversidade ao prover serviços ambientais como controle da erosão e recarga da água, evitando a degradação e perda dos habitats próximos. Aqui pode ser destacado que as fileiras de árvores podem atuar como barreiras que dificultam a propagação de pragas e patogenias levadas pelos ventos.

Entretanto, deve-se ressaltar que sistemas agroflorestais, mesmo diversificados, não substituem as áreas de vegetação nativa. Um estudo na Costa Rica mostrou que no sistema agroflorestal houve redução no número de espécies de pássaros especializados da floresta, predominando os generalistas e os de campo aberto, quando comparado à área de mata (Harvey; González Villalobos, 2007). Esses estudos enfatizam a importância da

manutenção de áreas de vegetação nativa interligadas, em ambientes onde predominam áreas alteradas pelo homem (pastagens ou agricultura).

A maior complexidade estrutural favorece a biodiversidade, que, em regra, é fundamental para a redução do parasitismo (Grønvold et al. 1996; Keesing et al. 2009). Assim, ambientes de alta diversidade favorecem o controle de pragas e de doenças (Civitello et al. 2015). Maior diversidade da cobertura vegetal implica em maior disponibilidade de recursos, como abrigo e alimento, ao longo do ano, e, por conseguinte, favorecem uma variedade de organismos. Como exemplo, na Colômbia, a população de besouros coprófagos aumentou nos sistemas silvipastoris, comparado à pastagem em monocultivo (Giraldo et al., 2011), reduzindo assim o número de mosca-do-chifre adultas e suas larvas. Soca et al. (2002) relataram maior degradação do bolo fecal no sistema silvipastoril comparados a pastagem solteira (94% vs. 40%), relacionando-a a maior riqueza da fauna do solo, especialmente besouros coprófagos. Estes besouros destroem e enterram o bolo fecal, expondo ovos e larvas de parasitas a outros predadores e aumentando os riscos de ressecamento. No Brasil, a menor infestação de bovinos por mosca-dos-chifres em SSP (comparado a pastagem solteira) foi relacionada à maior presença de inimigos naturais (Gusmão et al., 2015 ; Nicodemo et al., 2015).

## Considerações finais

Sistemas silvipastoris bem conduzidos constituem sistemas de produção agrícola que alcançam maior eficiência no uso de recursos, com menor pegada ecológica, de água, de nitrogênio e de carbono, para a obtenção do produto final. Portanto, tais sistemas constituem um passo à frente no desenvolvimento de sistemas agrícolas conservacionistas, com maior grau de sustentabilidade, e que podem contribuir para assegurar as condições propícias para manter a vida superior e a produção de biomassa útil e de água, de maneira eficaz, especialmente nas regiões tropicais. Isso causa um reflexo positivo sobre o planeta, com água residente em solo permeável (alongando o ciclo da água), com estruturas vaporizadoras e diversificadas permanentes, mantendo temperatura e umidade estáveis, além de acumular carbono.

## Referências

ALTIERI, M. A. The ecological role of biodiversity in agroecosystems. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 74, n. 1-3, p. 19-31, June 1999.

ANDRADE, C. M. S. de; SALMAN, A. K. D.; OLIVEIRA, T. K. de. **Guia ARBOPASTO**: manual de identificação e seleção de espécies arbóreas para sistemas silvipastoris. Brasília, DF: Embrapa, 2012. 345 p.

BANCO MUNDIAL. **Evaluación ambiental**: zona de deforestación crítica meta – Colombia. [2013]. Disponível em: <<http://documents.worldbank.org/curated/en/967461468026070473/Evaluacion-ambiental-zona-de-deforestacion-critica-meta>>. Acesso em: 21 nov. 2014.

BORGES, M. J.; PISSARA, T.; VALERI, S. V.; OKUMURA, E. M. Reflorestamento compensatório com vistas à retenção de água no solo da bacia hidrográfica do Córrego Palmital, Jaboticabal, SP. **Scientia Forestalis**, v. 69, p. 93-103, dez. 2005.

CARVALHO, M. M.; FERNANDES, E. N.; ALVIM, M.; XAVIER, D. F. Experiências com sistemas silvipastoris e agrossilvipastoris nas regiões Sul e Sudeste do Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 4., 2002, Ilhéus. **Sistemas agroflorestais, tendência da agricultura ecológica nos trópicos: sustento da vida e sustento de vida: anais**. Ilhéus: Sociedade Brasileira de Sistemas Agroflorestais: Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira; [Campos dos Goytacazes]: Universidade Estadual do Norte Fluminense, 2004. p. 125-140.

CHU, B. **Sorption and transport of veterinary antibiotics in agroforestry buffer, grass buffer and cropland soils**. 2011. 174 f. Dissertação (Doctor of Philosophy) - University of Missouri, Columbia.

CIVITELLO, D. J.; COHEN, J.; FATIMA, H.; HALSTEAD, N. T.; LIRIANO, J.; MCMAHON, T. A.; ORTEGA, C. N.; SAUER, E. L.; SEHGAL, T.; YOUNG, S.; ROHR, J. R. Biodiversity inhibits parasites: broad evidence for the dilution effect. **PNAS**, v. 112, n. 28, p. 8667–8671, July 2015.

FEARNSIDE, P. M. A água de São Paulo e a floresta amazônica. **Ciência Hoje**, v. 34, n. 203, p. 63-65, 2004.

FRANCO, A. A.; RESENDE, A. S. de; CAMPELLO, E. F. C. Importância das leguminosas arbóreas na recuperação de áreas degradadas e na sustentabilidade de sistemas agroflorestais. In: SEMINÁRIO SISTEMAS AGROFLORESTAIS E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL, 2003, Campo Grande, MS. **Palestras...** Campo Grande: Embrapa Gado de Corte; Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste; Corumbá: Embrapa Pantanal, 2003. 24 p. 1 CD ROM.

GEO Brasil 2002: perspectivas do Meio Ambiente no Brasil. Brasília, DF: Edições Ibama, 2002. 447 p. Disponível em: <[https://www.ibama.gov.br/sophia/cnia/site\\_cnia/geo\\_brasil\\_2002.pdf](https://www.ibama.gov.br/sophia/cnia/site_cnia/geo_brasil_2002.pdf)>. Acesso em: 20 nov. 2014.

GIRALDO, C.; ESCOBAR, F.; CHARÁ, J. D.; CALLE, Z. The adoption of silvopastoral systems promotes the recovery of ecological processes regulated by dung beetles in the Colombian Andes. **Insect Conservation and Diversity**, v. 4, p. 115-122, 2011.

GOLDSTEIN, G.; MEINZER, F. C.; BUCCI, S. J.; SCHOLZ, F. G.; FRANCO, A. C.; HOFFMANN, W. A. Water economy of Neotropical savanna trees: six paradigms revisited. **Tree Physiology**, v. 28, n. 3, p. 395-404, Mar. 2008.

GRØNVOLD, J.; HENRIKSEN, S. A.; LARSEN, M.; NANSEN, P.; WOLSTRUP, J. Biological control aspects of biological control—with special reference to arthropods, protozoans and helminths of domesticated animals. **Veterinary Parasitology**, v. 64, n. 1-2, p. 47-64, Aug. 1996.

GUSMAO, M. R.; INACIO, G. R.; OLIVEIRA, M. C. de S.; NICODEMO, M. L. F.; PEZZOPANE, J. R. M. Diversity of invertebrates associated with dung patches in two livestock systems. In: WORLD CONGRESS ON INTEGRATED CROP-LIVESTOCK-FOREST SYSTEMS, 2015, Brasília, DF. **Anais...** Brasília, DF: Embrapa, 2015.

HARVEY, C. A.; GONZÁLEZ VILLALOBOS, J. A. Agroforestry systems conserve species-rich but modified assemblages of tropical birds and bats. **Biodiversity and Conservation**, v. 16, n. 8, p. 2257-292, July 2007.

JACKSON, R. B.; SPERRY, J. S.; DAWSON, T. E. Root water uptake and transport: using physiological processes in global predictions. **Trends in Plant Science**, v. 5, n. 11, p. 482-488, Nov. 2000.

JOSE, S. Agroforestry for ecosystem services and environmental benefits: an overview. **Agroforestry Systems**, v. 76, n. 1, p. 1-10, May 2009.

KEESING, F.; BRUNNER, J.; DUERR, S.; KILLILEA, M.; LOGIUDICE, K.; SCHMIDT, K.; VUONG, H.; OSTFELD, R. S. Hosts as ecological traps for the vector of Lyme disease. **Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 276, p. 3911-3919, 2009.

LIMA, P. R. de A. **Retenção de água de chuva por mata ciliar na região central do Estado de São Paulo**. 1998. 113 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Botucatu.

LIN, C. H.; LERCH, R. N.; GOYNE, K. W.; GARRETT, H. E. Reducing herbicide and veterinary antibiotics losses from agroecosystems using vegetative buffers. **Journal of Environmental Quality**, v. 40, p. 791-799, Mar. 2011.

MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT. **Ecosystems and human well-being: synthesis: a report of the Millennium Ecosystem Assessment**. Washington, DC: Island Press, 2005. Disponível em: <<https://www.millenniumassessment.org/documents/document.356.aspx.pdf>>. Acesso em: 20 nov. 2014.

NAIR, P. K. R. Agroforestry systems and environmental quality: introduction. **Journal of Environmental Quality**, v. 40, n. 3, p. 784-790, May 2011.

NAIR, P. K. R. Grand challenges in agroecology and land use systems. **Frontiers in Environmental Science**, v. 2, p. 1-4, Jan. 2014.

NICODEMO, M. L. F.; OLIVEIRA, M. C. de S.; BILHASSI, T. B.; NÉO, T. A.; GONÇALVES, T. C.; RABELO, M. D.; GIGLIOTI, R.; PEZZOPANE, J. R. M.; GUSMAO, M. R. La infección con parásitos gastrointestinales e infestación por ectoparásitos en el ganado en el sistema silvopastoral en comparación con el sistema convencional. In: CONGRESO NACIONAL DE SISTEMAS SILVOPASTORILES, 3.; CONGRESO INTERNACIONAL SISTEMAS AGROFORESTALES, 8., 2015, Argentina. **Anais... Iguazú-Misiones, Argentina: INTA**, 2015. p. 27-30.

ONG, C. K.; SWALLOW, B. M. Water productivity in forestry and agroforestry. In: KIJNE, J. W.; BARKER, R.; MOLDEN, D. (Ed.). **Water productivity in agriculture: limits and opportunities for improvement**. Wallingford: CAB International, 2003. p. 217-228.

PRIMAVESI, O. **Manejo ambiental agrícola, para agricultura tropical agrônômica e sociedade**. São Paulo: Ceres, 2013. 840 p.

REED, J.; VIANEN, J. van; FOLI, S.; CLENDENNING, J.; YANG, K.; MACDONALD, M.; PETROKOFKY, G.; PADOCH, C.; SUNDERLAND, T. Tree for life: the ecosystem service contribution of trees to food production and livelihood in the tropics. **Forest Policy and Economics**, v. 84, p. 62-71, Nov. 2017.

SAMPAIO, G., NOBRE, C.; COSTA, M. H.; SATYAMURTY, P.; SOARES-FILHO, B. S.; CARDOSO, M. Regional climate change over eastern Amazonia caused by pasture and soybean cropland expansion. **Geophysical Research Letters**, v. 34, p. L17709, 2007.

SCHENK, H. J.; JACKSON, R. B. Mapping the global distribution of deep roots in relation to climate and soil characteristics. **Geoderma**, v. 126, n. 1-2, p. 129-140, May 2005.

SOCA, M.; SIMÓN, L.; SÁNCHEZ, S.; GÓMEZ, E. Dinámica parasitológica em bostas de bovinos bajo condiciones silvopastoriles. **Agroforesteria em las Américas**, v. 9, p. 33-34, 2002.

SPRACKLEN, D. V.; ARNOLD, S. R.; TAYLOR, C. M. Observations of increased tropical rainfall preceded by air passage over forests. **Nature**, v. 489, p. 282-285, Sept. 2012.

STEFFEN, W.; RICHARDSON, K.; ROCKSTRÖM, J.; CORNELL, S. E.; FETZER, I.; BENNETT, E. M.; BIGGS, R.; CARPENTER, S. R.; DE VRIES, W.; DE WIT, C. A.; FOLKE, C.; GERTEN, D.; HEINKE, J.; MACE, G. M.; PERSSON, L. M.; RAMANATHAN, V.; REYES, B.; SÖRLIN, S. Planetary boundaries: guiding human development on a changing planet. **Science**, v. 347, n. 6223, p. 1259855, Feb. 2015.

TELLES, T. S. **Os custos da erosão do solo**. Universidade Estadual de Londrina. Londrina, p. 61, 2010.





## Capítulo 11

# Sequestro de carbono e mitigação de emissões de gases de efeito estufa pela adoção de sistemas integrados

---

*Eduardo Delgado Assad  
Susian Christian Martins  
Luiz Adriano Maia Cordeiro  
Balbino Antônio Evangelista*

## Introdução

Durante a 15ª Conferência das Partes (COP-15) o governo brasileiro divulgou o seu compromisso voluntário de redução das emissões de gases de efeito estufa (GEE) no país, projetadas para 2020 entre 36,1% e 38,9%. Estimava-se naquele momento uma diminuição em torno de um bilhão de toneladas de CO<sub>2</sub> eq (t CO<sub>2</sub> eq) até o ano de 2020.

Os acordos firmados foram contestados na época, mas estão muito aquém da capacidade de redução de emissões da agricultura brasileira. Isto porque a avaliação potencial não deve levar em consideração o horizonte temporal e sim a quantidade de emissões que podem ser evitadas considerando-se o atual e futuro uso do solo no país. Como exemplo, o Laboratório de Processamento de Imagens e Geoprocessamento (Lapig) da Universidade Federal de Goiás (<https://pastagem.org/index.php/pt-br>) aponta que existem 48 milhões de hectares de pastos degradados no Brasil. Tomando-se como indicador de degradação a taxa de lotação pecuária de 0,4 unidades animal ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, estima-se que a capacidade potencial de reduzir as emissões pela recuperação de pastagens degradadas no país seja muito maior do que o negociado em Copenhague.

São várias as práticas agrícolas que promovem a redução de emissões de GEE. Dentre as ações propostas para a redução dessas emissões, vinculadas ao plano setorial da agricultura, citam-se recuperação de pastagens, integração lavoura-pecuária, fixação biológica de nitrogênio, reflorestamento, tratamento de dejetos animais, adaptação às mudanças climáticas e ampliação da área com plantio direto.

A estimativa do último inventário de GEE é de que as emissões na agricultura brasileira ultrapassem 470 milhões de toneladas de CO<sub>2</sub> eq. O setor agrícola, em função de suas características, é extremamente vulnerável às mudanças do clima. Por isso, é necessário um esforço conjunto, tanto no desenvolvimento de novas tecnologias que promovam o incremento da produtividade, quanto na implementação de ações que promovam a convergência entre o aumento da produção sustentável de alimentos e a redução das emissões de GEE.

As atividades agropecuárias geram emissões diretas e indiretas de GEE por diversos processos, tais como:

- Fermentação entérica nos herbívoros ruminantes, que emite metano (CH<sub>4</sub>);
- Dejetos de animais, que emitem principalmente de CH<sub>4</sub> e de óxido nitroso (N<sub>2</sub>O);
- Preparo convencional do solo e calagem, que emitem dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>);
- Cultivo de arroz inundado, que emite CH<sub>4</sub>;
- Queima de resíduos agrícolas que emite CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, entre outros;
- Uso de fertilizantes nitrogenados que emite N<sub>2</sub>O do solo; e
- Consumo de combustíveis fósseis que emitem CO<sub>2</sub>. Esse consumo se dá por meio i) da utilização de insumos como fertilizantes, herbicidas e fungicidas que, para sua produção industrial, demandam grandes quantidades de energia, ii) para a movimentação de máquinas e iii) no transporte de produtos agrícolas.

Desde 1996, o Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCT&I) é responsável pelo inventário das emissões de GEE no Brasil, procurando quantificar as emissões de cada setor. As métricas e os métodos de cálculo e estimativas das emissões são bem conhecidas e fazem parte do inventário nacional do MCT&I e da ferramenta do “GHG protocol” da Agricultura (Protocolo de gases de efeito estufa) desenvolvida no Brasil pela World Resources Institute (WRI).

No Brasil, as emissões estimadas de GEE do setor agrícola e de mudanças no uso do solo contribuem, respectivamente, com 22% e 51% das emissões nacionais<sup>1</sup>. Entre 1990 e 2015 as emissões brutas de GEE brasileiras passaram de 1,86 GtCO<sub>2</sub> eq para 1,92 GtCO<sub>2</sub> eq, um aumento de 3,5%. A trajetória das emissões, contudo, teve períodos distintos de crescimento e redução, sendo que a partir de 2013 houve uma reversão de tendências, com subida das emissões motivada pelo aumento de desmatamento na Amazônia e pelo aumento do uso de combustíveis fósseis na matriz energética. Quando são consideradas as remoções de CO<sub>2</sub> da atmosfera por alterações do uso da terra (ex. pastagem que vira floresta secundária) e por manutenção de florestas naturais em terras indígenas e unidades de conservação, por exemplo, observa-se que as emissões líquidas de GEE partiram de 1,43 GtCO<sub>2</sub> eq em 1990 e chegaram a 1,40 GtCO<sub>2</sub> eq em 2015, ou seja, houve uma redução de 2% no período.

A agricultura é ainda um dos principais emissores no país. E diante desse cenário, é imprescindível que o setor agropecuário adote imediatamente tecnologias de baixa emissão de carbono como a integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF), pois essa modalidade de sistema integrado, apesar de ser mais complexa, possibilita elevada redução na emissão de GEE devido à fixação de carbono na biomassa florestal e na matéria orgânica do solo.

## As fontes de emissões na agricultura

De acordo com os métodos de cálculo do inventário brasileiro de GEE, coordenado pelo MCT&I, de maneira geral, as fontes de emissões na agricultura determinadas na escala do estabelecimento rural são:

- Adubação orgânica
- Aplicação de calcário
- Aplicação de defensivos agrícolas
- Aplicação de fertilizante nitrogenado sintético
- Consumo de energia elétrica
- Cultivo de arroz
- Dejetos de animais em pastagens
- Fermentação entérica
- Fontes secundárias (deposição atmosférica e lixiviação ou escoamento superficial)

<sup>1</sup> Segundo Estimativas Anuais de Emissões de Gases de Efeito Estufa no Brasil (MCTI, 2016), disponível em [http://www.mct.gov.br/upd\\_blob/0228/228468.pdf](http://www.mct.gov.br/upd_blob/0228/228468.pdf).

- Manejo de dejetos
- Manejo de dejetos de animais (exceto animais em pastagens)
- Mudança de uso do solo
- Operações mecanizadas
- Queima de resíduos vegetais
- Resíduos das culturas

## Os gases de efeito estufa

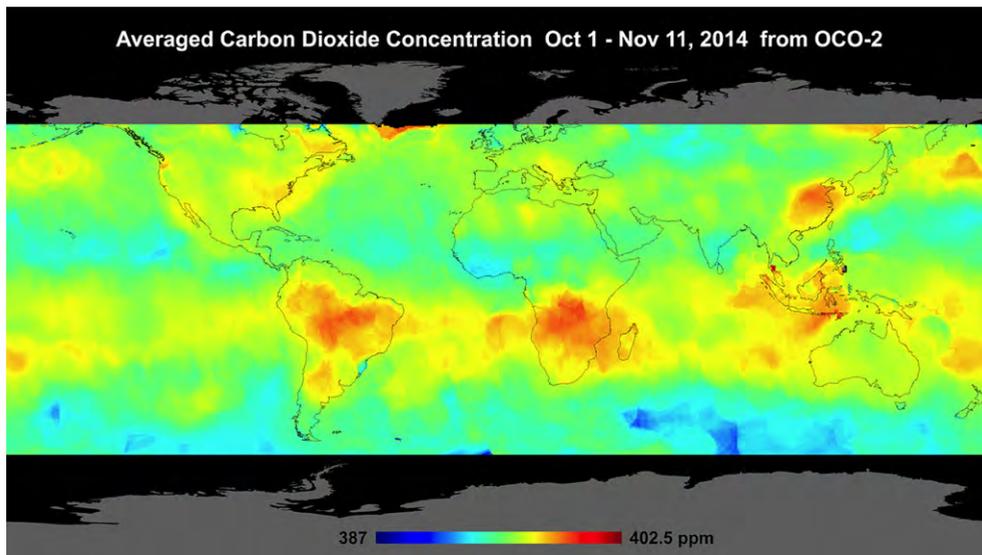
Os conceitos e definições dos GEE utilizados neste capítulo têm como referência o Volume 1 do Painel Brasileiro de Mudanças do Clima, lançado em janeiro de 2015. As definições e conceitos indicam que o clima na Terra é regulado pelo fluxo constante de energia solar que atravessa a atmosfera na forma de luz visível e de raios ultravioletas. Parte dessa energia é devolvida pela Terra na forma de radiação infravermelha. Os GEE são gases presentes na atmosfera terrestre que têm a propriedade de bloquear parte dessa radiação infravermelha. Muitos deles, como vapor d'água,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$  e  $\text{N}_2\text{O}$  e ozônio ( $\text{O}_3$ ), existem naturalmente na atmosfera e são essenciais para a manutenção da vida no planeta. Sem eles a Terra seria, em média, cerca de  $30^\circ\text{C}$  mais fria.

Como consequência das atividades do homem na biosfera, o nível de concentração de alguns desses gases, como  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$  e  $\text{N}_2\text{O}$ , vem aumentando na atmosfera. As últimas medições feitas na estação de Mauna Loa no Havai, indicam que a concentração atmosférica de  $\text{CO}_2$  já ultrapassou 400 partes por milhão (ppm) (<http://www.esrl.noaa.gov/gmd/obop/mlo/>). A taxa de aumento da concentração de  $\text{CO}_2$  é da ordem de 2,5 ppm/ano (National Oceanic and Atmospheric Administration, 2005). Além disso, passou a ocorrer emissão de outros GEE, na forma de compostos químicos produzidos somente pelo homem, tais como clorofluorcarbonos (CFCs), hidrofluorcarbonos (HFCs), hidrofluorclorocarbonos (HCFCs), perfluorcarbonos (PFCs) e hexafluoreto de enxofre ( $\text{SF}_6$ ).

Recentemente, a Agência Espacial Americana (NASA) lançou um satélite, OCO-2, cujo objetivo é monitorar as concentrações de  $\text{CO}_2$  no planeta. Na Figura 1, pode-se observar uma imagem obtida por este satélite em outubro/novembro de 2014, com as variações da concentração de  $\text{CO}_2$  na Terra.

No período indicado na Figura 1, as concentrações de  $\text{CO}_2$  verificadas na região Centro-Oeste e parte da Amazônia do Brasil foram superiores a 400 ppm. Dependendo do período do ano, há uma oscilação no valor nominal das emissões. Entretanto os valores médios anuais das concentrações atmosféricas já são superiores a 400 ppm.

As emissões pela agricultura incluem apenas as emissões antrópicas por fontes e remoções por sumidouros de oito GEE não controlados pelo Protocolo de Montreal. Por isso, não são incluídos nos cálculos os gases CFCs e os HCFCs, que destroem a camada de ozônio, que já são controlados pelo Protocolo de Montreal e, portanto, não foram incluídos no Protocolo de Kyoto.



**Figura 1.** Concentração de CO<sub>2</sub> na superfície da Terra em outubro/novembro de 2014<sup>2</sup>.

Os GEE cujas emissões antrópicas e remoções são tipicamente relacionados às atividades de uma cadeia agrícola são: CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> e N<sub>2</sub>O. Alguns outros gases, como monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrogênio (NOx) e outros compostos orgânicos voláteis não metânicos (NMVOC) são considerados gases precursores do efeito estufa, pois possuem influência nas reações químicas que ocorrem na atmosfera.

## O dióxido de carbono equivalente (CO<sub>2</sub>eq)

Dióxido de carbono equivalente (CO<sub>2</sub>eq) é uma medida utilizada para equalizar as emissões de vários GEE com base na importância relativa de cada gás, em relação ao CO<sub>2</sub>, na produção de uma quantidade de energia (por área unitária) vários anos após um impulso de emissão.

Para o cálculo do CO<sub>2</sub>eq são utilizadas algumas conversões, sendo que a mais comum é o GWP (*Global Warming Potential*) proposto pelo IPCC (da sigla em inglês de Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas). O Quarto Relatório de Avaliação do IPCC (AR4)<sup>3</sup> já examinava métricas alternativas ao GWP e o Quinto Relatório de Avaliação do IPCC (AR5)<sup>4</sup> aprofundou essa análise. Entre as métricas propostas e apresentadas no AR4 está o Global Temperature Potential (GTP). No inventário nacional brasileiro, o cálculo deve ser realizado em unidades de massa de cada gás de efeito estufa utilizando a métrica do GWP-100 do AR4, seguindo as diretrizes da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC), conforme Tabela 1. Entretanto no Terceiro Inventário Nacional, as emissões são calculadas em GWP e GTP e comparadas.

<sup>2</sup> Disponível em: [http://disc.sci.gsfc.nasa.gov/datareleases/images/oco-2\\_global\\_image.png](http://disc.sci.gsfc.nasa.gov/datareleases/images/oco-2_global_image.png).

<sup>3</sup> Disponível em: [http://www.ipcc.ch/publications\\_and\\_data/ar4/wg1/en/ch2s2-10-2.html](http://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg1/en/ch2s2-10-2.html).

<sup>4</sup> Disponível em: [www.ipcc.ch/report/ar5/wg1/#.UtRjZfRDvX0](http://www.ipcc.ch/report/ar5/wg1/#.UtRjZfRDvX0).

**Tabela 1.** Conversão de emissões em GWP-100 e GTP-100.

Gás	GTP-100	GWP-100
CO <sub>2</sub>	1	1
CH <sub>4</sub>	5	25
N <sub>2</sub> O	270	298
HFC-125	1.113	3.500
HFC-134 <sup>a</sup>	55	1.300
HFC-143 <sup>a</sup>	4.288	1.430
HFC-152 <sup>a</sup>	0,1	124
CF <sub>4</sub>	10.052	7.390
C <sub>2</sub> F <sub>6</sub>	22.468	12.200
SF <sub>6</sub>	40.935	22.800

\* "a" é um indicador de pureza do gás. Essas classificações seguem a Norma ANSI/ASHRAE 34-2010 (Substitui a Norma ANSI/ASHRAE 34-2007). Inclui Adendos do ANSI/ASHRAE. NORMA ASHRAE: Designação e classificação de segurança de gás refrigerante.

## O que é o GTP e o GWP?

Como dito anteriormente, diferentes métricas são encontradas na literatura. As adotadas pelo IPCC são:

### Potencial de Aquecimento Global (PAG) (sigla em inglês GWP)

É uma métrica que estima a contribuição relativa de um determinado gás de efeito estufa para o aquecimento global em relação à mesma quantidade de um gás de referência, geralmente CO<sub>2</sub>, cujo PAG é definido como 1 e depende diretamente da forçante radiativa (Figura 2).

O PAG é calculado sobre um intervalo de tempo específico, o qual deve ser declarado juntamente com o valor de PAG. Como exemplo, o PAG do CH<sub>4</sub> em 100 anos é 25 vezes maior do que o PAG do CO<sub>2</sub>, ou seja, uma tonelada de metano tem um poder de aquecimento 25 vezes maior do que o de uma tonelada de CO<sub>2</sub>. Interessante observar que o PAG do óxido nitroso é 310, todavia, a partir de 2015, pelas indicações do relatório do IPCC AR4 (Figura 2), a relação adotada será de 25 para o CH<sub>4</sub> e de 298 para o N<sub>2</sub>O.

O Quarto Relatório de Avaliação do IPCC (IPCC AR4) define o conceito de forçante radiativa (FR) como a diferença em irradiância líquida na tropopausa (zona atmosférica limite entre a troposfera e a estratosfera), em unidades de  $W\ m^{-2}$ , entre um estado de referência e um estado perturbado. A perturbação ocorre pela ação de um agente forçante enquanto as temperaturas de superfície e da troposfera são mantidas fixas, mas permitindo-se que a estratosfera atinja o equilíbrio radiativo (Forster et al., 2007). O relaxamento da temperatura estratosférica é importante em processos que modificam o perfil de temperatura nessa camada da atmosfera (e.g. FR devido à redução de ozônio estratosférico) (Haywood & Boucher, 2000). Por exemplo, uma forçante negativa indica um maior fluxo de energia deixando o sistema terrestre na tropopausa em um estado perturbado devido a um agente climático, comparado ao estado de referência. Com isso, tal agente representaria um efeito líquido de resfriamento sobre o clima, enquanto um agente com FR positiva indica um efeito de aquecimento climático. A escolha de um estado de referência pode ser subjetiva, sendo que alguns autores definem a era pré-industrial, ou então o ano de 1750, como tal estado (e.g. IPCC, AR4). Uma caracterização climática da era pré-industrial depende, no entanto, de um conjunto de hipóteses e considerações para sua modelagem e, necessariamente, essa escolha carrega certo grau de arbitrariedade. Outra opção é considerar a completa ausência do agente forçante como estado de referência, e.g. atmosfera sem aerossóis quando se avalia a FR de aerossóis (Forster et al., 2007) ou ainda alguma definição de um nível "natural" ou não perturbado para o agente forçante (Forster et al., 2007). Avaliações da FR feitas com definições diferentes sobre o estado de referência resultam em valores diversos para a mesma forçante. Portanto, qualquer comparação entre estimativas da FR deve esclarecer se a mesma referência foi utilizada.

**Figura 2.** O conceito de forçante radiativa (PBMC, 2014, volume 1).

## Potencial de Temperatura Global (PTG) (sigla em inglês GTP)

Indica o potencial da variação da temperatura à superfície, devido à emissão de um determinado gás de efeito estufa, tendo como referência a emissão de um gás comumente adotado, o  $CO_2$  (Shine et al., 2005). Neste caso, a relação entre  $CO_2$  e  $CH_4$  é de cinco vezes e entre  $CO_2$  e  $N_2O$  é de 270 vezes, conforme indicado na Tabela 1. Na Tabela 2 são indicados os gases emitidos por fonte de emissão, principalmente, na agricultura.

**Tabela 2.** Gases responsáveis pelo efeito estufa e suas respectivas fontes de emissão.

GEE	Fontes de Emissão
$CO_2$	Mudança no uso do solo e desmatamento Queima de combustíveis fósseis
$CH_4$	Mudança no uso do solo e desmatamento Agropecuária (fermentação entérica, manejo de dejetos de animais, cultivo de arroz irrigado, queima de resíduos agrícolas) Tratamento de resíduos (lixo e esgoto industrial e doméstico)
$NO_2$	Agropecuária (principalmente associado ao manejo de dejetos de animais, solos agrícolas, queima de resíduos agrícolas) Mudança no uso do solo e desmatamento
GEE Indireto*	
CO	Agropecuária (queima de cana-de-açúcar na colheita) Queimadas em mudança no uso do solo e desmatamento
$NO_x$	Agropecuária (queima de resíduos de cana-de-açúcar e algodão) Queimadas em mudança no uso do solo e desmatamento

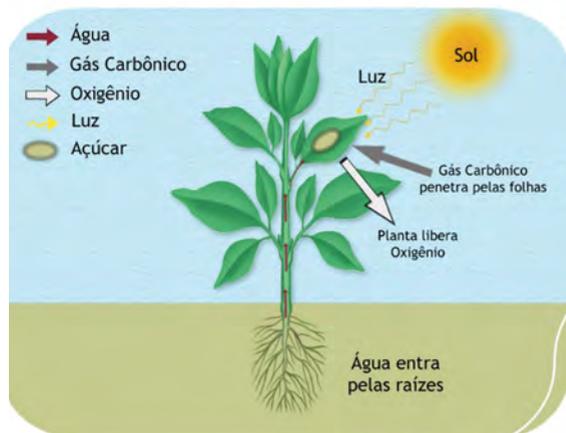
\* Gases que influenciam as reações químicas na troposfera, e que provocam indiretamente aquecimento da atmosfera

Segundo o SEEG (Sistema de Estimativa de Emissões de Gases de Efeito Estufa), do Observatório do Clima da Fundação Getúlio Vargas, “no período 1990-2015, as emissões globais cresceram de forma quase contínua mais de 35%, alcançando cerca de 55 bilhões de toneladas (GtCO<sub>2</sub> eq). No Brasil, as variações ao longo do tempo são explicadas especialmente pelas alterações do uso da terra (em especial o desmatamento na Amazônia), que já chegaram a representar quase 80% das emissões brutas brasileiras (2003/2004) e atualmente caíram para 46% do total, mas mantêm-se como principal fonte de emissões no país. Quando consideradas as emissões líquidas, as alterações de uso da terra representam 26% das emissões, menos do que energia e agropecuária (30% e 32% respectivamente). O levantamento das emissões nos diferentes setores permite observar dois comportamentos. Enquanto no caso de mudanças de uso da terra as emissões têm grandes oscilações ao longo do tempo, acompanhando a dinâmica do desmatamento, nos casos de energia, agropecuária, processos industriais e resíduos as emissões têm tido um crescimento contínuo desde os anos 1970. No entanto, mesmo considerando as oscilações, o setor de mudanças de uso da terra apresentou uma queda de 20% nas emissões brutas no período de 1990 a 2015 (ou 59% de queda, se consideradas emissões líquidas). Os setores de energia e resíduos foram os que apresentaram maior aumento, com incrementos de 140% e 147% respectivamente, seguidos de processos industriais, com aumento de emissões em 93%, e do setor agropecuário, cuja alta registrada foi de 48% no período. Quando se excluem as emissões de mudança de uso da terra em todo o período de 46 anos, entre de 1970 e 2015, somente houve queda de emissões em quatro anos de crise econômica: 1981, 1983, 1990 e 2009 – ainda assim, quedas pequenas, de 1% a 2%. Mas, já no ano seguinte, as emissões voltaram a subir”.

## Como ocorrem as remoções de gases na agricultura?

Estratégias relevantes para redução da emissão dos GEE consistem em redução da queima de combustíveis fósseis (petróleo, gasolina, diesel, carvão mineral), minimização de desmatamento e queimadas, manejo adequado do solo e maximização das remoções de CO<sub>2</sub>, chamadas de “sequestro de carbono”.

Nesse último processo, o CO<sub>2</sub> da atmosfera é capturado pelas plantas (Figura 3) e transformado em compostos orgânicos por meio da fotossíntese, que é a reação entre o CO<sub>2</sub> e a água (H<sub>2</sub>O), empregando a energia radiante (sol) e produzindo carboidratos (açúcares) e oxigênio (gás que retorna à atmosfera).



**Figura 3.** Representação esquemática do processo fotossintético  
Fonte: Adaptado de Cordeiro et al., 2011).

A fotossíntese é uma reação bioquímica complexa, que se dá exclusivamente em presença da luz solar, sendo confinada aos cloroplastos, conforme demonstrado resumidamente na equação a seguir.



Portanto, sintetizando, observa-se que moléculas de um gás atmosférico reagem com a água, em partes verdes das plantas (folhas, caule etc.) e em presença de luz, e se transformam em um composto orgânico em estado sólido com carbono em sua composição (carboidratos), liberando o gás oxigênio para a atmosfera.

**Gás carbônico (C) + água = açúcar (C) + oxigênio**

Após esse processo de remoção do carbono da atmosfera e incorporação pelas plantas verdes em compostos orgânicos, o elemento passa a desempenhar inúmeras funções na formação da biomassa e no metabolismo vegetal, sendo o componente de todos os compostos orgânicos (e.x. carboidratos, proteínas, lipídeos, aminoácidos, ácidos nucleicos, ácidos orgânicos, etc).

Com a morte das plantas, tem-se a formação dos resíduos vegetais (serrapilheira em áreas de floresta, liteira em áreas de pastagem ou palhada de culturas após a colheita). Com o passar do tempo, sofrem um processo de fragmentação por macrorganismos e, posteriormente, a decomposição por microrganismos do solo. Dessa forma, se o material não for protegido da ação biológica dos organismos do solo, ou se essa ação não for lenta, a maior parte dele retornará em pouco tempo para a atmosfera na forma de  $\text{CO}_2$ .

A manutenção dos resíduos na superfície, ao invés de sua incorporação, diminui seu contato com o solo, reduzindo a taxa de decomposição. Além disso, a ausência de revolvimento por implementos agrícolas, associada ao aumento da atividade biológica, promove a manutenção e formação de agregados do solo. Parte dos resíduos vegetais recém-adicionados ao solo permanecem no interior dos agregados e ficam protegidos da ação decompositora dos organismos do solo. O resultado final é o aumento da quantidade de compostos orgânicos preservados da ação biológica e o aumento da quantidade formada de carbono orgânico total (COT)<sup>5</sup> e matéria orgânica do solo (MOS).

O acúmulo de MOS nos sistemas integrados de produção e, conseqüentemente, o seu potencial para a remoção de  $\text{CO}_2$ , já foi indicado por vários autores em diferentes ecorregiões brasileiras (Tarre et al., 2001; Alves et al., 2008; Macedo, 2009; Vilela et al., 2011; Assad et al., 2013; Pinto; Assad, 2014).

<sup>5</sup> O carbono orgânico total (COT) é o principal constituinte do solo, correspondendo a, aproximadamente, 58% da matéria orgânica do solo (MOS), que, por sua vez, resulta do processamento e da decomposição parcial dos resíduos vegetais ou dos materiais orgânicos (biomassa) existentes no ambiente (Cordeiro et al., 2011).

Dessa forma, os sistemas de produção que utilizam ILPF com preparo mínimo ou sem preparo do solo e com manutenção de palhada passam da condição de fonte de  $\text{CO}_2$  rumo à atmosfera para a condição de dreno ou assimilação de  $\text{CO}_2$  para o solo (Figura 4)

Foto: Breno Lobato



**Figura 4.** Sistema de integração lavoura-pecuária-floresta com alta eficiência de remoção de carbono da atmosfera.

Portanto, sistemas mais complexos como a ILP (integração lavoura-pecuária) ou a ILPF (integração lavoura-pecuária floresta), por conterem o componente forrageiro e florestal, têm potencial de contribuir na retenção de carbono em solo e biomassa, bem como na redução de emissões de GEE.

Adicionalmente, em sistemas de ILPF, parte do  $\text{CO}_2$  removido poderá auxiliar na redução de emissões em outros setores além da agricultura, se a madeira obtida for utilizada para produção de móveis ou para a geração de energia. A produção de energia a partir de árvores plantadas pode substituir o uso de combustíveis fósseis. Essa substituição de uma fonte não renovável de energia (petróleo) por uma fonte renovável (carvão vegetal) pode ser contabilizada como redução de emissão de GEE.

## Potencial de mitigação de gases de efeito estufa via ILPF

Utilizando como referência a capacidade de redução de emissões dos sistemas de produção, no Brasil foi aprovada a lei 12.187 de 29 de dezembro de 2009, instituindo a Política Nacional de Mudanças do Clima. O Decreto nº 7.390/2010 determina que o Plano Nacional sobre Mudança do Clima seja integrado pelos planos setoriais, dentre eles o plano

para a Consolidação de uma Economia de Baixa Emissão de Carbono na Agricultura, que ficou conhecido como agricultura ABC. Ainda em 2010, por meio de instrução normativa do Conselho Monetário Nacional, foi criado o Programa ABC que estabelece linhas de crédito especiais para práticas agrícolas estabelecidas no Plano ABC.

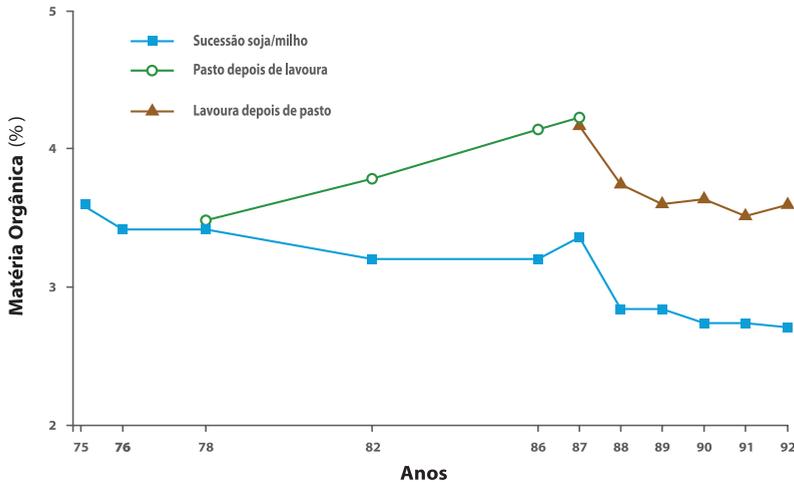
Em 2009, o país se comprometeu a reduzir suas emissões de GEE de 36,1% a 38,9% (cerca de 1 bilhão de toneladas de CO<sub>2</sub> eq) em relação ao que emitiria em 2020. Nesse contexto, a meta para o setor agropecuário é reduzir de 133,9 a 162,9 milhões t CO<sub>2</sub> eq até 2020 por meio da adoção de diversas técnicas agropecuárias mitigadoras de GEE.

Considerando o perfil tecnológico do setor e a disponibilidade de tecnologias capazes de assegurar uma produção agrícola cada vez mais eficiente, com a vantagem adicional de baixas emissões líquidas<sup>6</sup> de GEE e uso racional dos recursos naturais, verifica-se que o potencial de mitigação da agropecuária vai muito além das metas estipuladas no Plano ABC. Especificamente nos casos da ILP (integração lavoura-pecuária), ILPF (integração lavoura pecuária floresta) e dos SAFs (Sistemas Agroflorestais), o potencial pode ser maior do que a recuperação das pastagens (Salton, 2005; Macedo, 2009).

O alto teor de matéria orgânica (MO) na superfície do solo é um dos principais benefícios dos sistemas integrados, quando associados às práticas de manejo e conservação do solo. Isto porque essas práticas melhoram as condições físicas, químicas e biológicas do solo, enquanto o cultivo de monocultura sob o sistema convencional por alguns anos ocasiona a perda de MO e, conseqüentemente, compromete a qualidade do solo.

Souza et al. (1997), em experimento de longa duração 1975-1992) estudaram os teores de MO em sistema de cultivo anual, onde cultivou-se soja por dez anos, milho por dois anos e a partir do 13º cultivo, a seqüência soja-milho; e um sistema cultura anual/pastagem, onde se cultivou soja por dois anos, braquiária (*Urochloa humidicola*) por nove anos, soja por um ano e, a partir do 13º cultivo, a seqüência soja-milho. Na *U. humidicola*, os tratamentos de adubação anual com superfosfato simples foram suspensos após o 3º ano de seu estabelecimento. Os autores observaram níveis inferiores de MO na monocultura e que, após o estabelecimento da pastagem, o teor de MO aumentou continuamente, decrescendo quando se retornou às culturas anuais no sistema; contudo, até o último ano, observou-se uma diferença em torno de 30% a mais em relação ao sistema de rotação de cultivos anuais (Figura 5). A maior eficiência do sistema anual/pastagem em utilizar o P pode ser atribuída à maior capacidade da forrageira, que participou deste sistema por nove anos, em absorver este nutriente e transformá-lo em biomassa, resultando em aumento significativo no teor de MOS.

<sup>6</sup> O Guia do IPCC prevê a contabilização, para fins de inventário, das emissões e remoções antrópicas de gases de efeito estufa. As estimativas de emissões brutas de gases de efeito estufa não consideram a remoção de CO<sub>2</sub> pelas mudanças de uso do solo, isto é, a quantidade de gases de carbono fixados pelo crescimento da vegetação. Quando há desconto das remoções, as estimativas são de emissões líquidas (emissões menos remoções).



**Figura 5.** Dinâmica da matéria orgânica do solo na camada de 0-20 cm em dois sistemas de cultivo em experimento de longa duração.

Fonte: Adaptado de Souza et al. (1997).

Também em experimentos de longa duração conduzidos em Dourados (1995-2004), Maracaju (1993-2004) e Campo Grande (1993-2004), no Mato Grosso do Sul, Salton et al. (2011) avaliaram a vegetação natural e sistemas de manejo compostos de pastagens, lavouras anuais em preparo convencional e em plantio direto, e rotação de pastagem com lavoura. Os autores observaram que os maiores estoques de carbono no solo ocorreram nos sistemas com pastagem permanente, enquanto os menores valores ocorreram nos sistemas com lavouras; nos sistemas com integração lavoura-pastagem os estoques de carbono no solo assumiram valores intermediários.

A adoção da ILP em quatro milhões de hectares, como meta na agricultura ABC, corresponderia a uma redução de emissões de 18 a 28 milhões de t CO<sub>2</sub> eq ou mais. Nesse caso, haveria adicionalmente o benefício do “poupa-terra”, ou seja, considerando-se a taxa de lotação de 0,4 unidades animais (UA) por hectare em pastagens degradadas e elevando-se essa taxa para 1,5 UA ha<sup>-1</sup>, a diferença seria de 1,1 UA ha<sup>-1</sup>. Com a adoção da ILP e ILPF, teria-se o adicional de 1,1 UA ha<sup>-1</sup> em 19 milhões de hectares (considerando-se aqui mais 15 milhões de hectares de pastagens degradadas, que é a meta do ABC para esta tecnologia), o que seria 20,9 milhões de UAs adicionais no sistema. Se for mantida a mesma capacidade de suporte nas pastagens degradadas, para atingir 20,9 milhões de novas UAs seria necessário desmatar mais 52,25 milhões de hectares.

Os sistemas integrados mais complexos, como ILP, ILPF e SAFs, podem gerar valores de redução de emissão ainda maiores devido à fixação adicional de carbono na biomassa florestal e no solo. Com a adoção dos sistemas de integração, considerando-se valor médio de 1,5 t C ha<sup>-1</sup> em dez anos a partir de 2014 (valor inferior ao indicado por Alves et al., 2008) e considerando-se uma taxa de conversão anual de 400 mil hectares de pastagens degradadas (2,4 milhões de hectares até 2020) em ILP ou ILPF, pode-se atingir 15,3 milhões de t CO<sub>2</sub>eq. Se for considerada toda a conversão prevista na agricultura ABC,

de pastagens degradadas em ILP ou ILPF, considerando-se um total de 42 milhões de hectares de pastagens degradadas, o potencial de mitigação seria de 230 milhões de t CO<sub>2</sub> eq ano<sup>-1</sup>, o que em dez anos é maior do que o preconizado pela agricultura ABC.

Trabalhos desenvolvidos pela Embrapa e Unicamp, financiados pela Embaixada Britânica em 2012, via *The Strategic Programme Fund (SPF) from Foreign and Commonwealth Office, UK*, "Mitigando Mudanças Climáticas no Setor Agrícola – PSF LCHG 0663", apontam uma diferença no estoque de C no solo entre pastagem degradada e ILP/ILPF, de 16 a 17 t C ha<sup>-1</sup> em um horizonte de dez anos, o que corresponde a uma taxa de 1,6 a 1,7 t C ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> (Tabela 3). Os trabalhos de Tarre et al. (2001) indicam que após dez anos do plantio atingiu-se a taxa de 1,17 t C ha<sup>-1</sup> em sistema de pastagem de gramíneas consorciada com leguminosas.

**Tabela 3.** Estoque de carbono em sistemas de produção ILP, ILPF, pastagens degradadas e vegetação nativa. Valores médios em t C ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>. Assad et al. (2013).

Região Geográfica do Brasil	Vegetação nativa	Pastagens degradadas	ILP	ILPF
Nordeste	59	50	47	54
Centro-Oeste	48	42	56	44
Sul	68	49	59	95
Sudeste	59	22	50	69
Média	58	40	52	66
<b>Diferença média - pastagens degradadas</b>	<b>+18</b>	<b>0</b>	<b>+12</b>	<b>+16</b>

A situação atual indica que 61% dos contratos do plano ABC são para recuperação de pastagens, 23% para atividades de plantio direto, 7% para ILPF e 6% para florestas plantadas (Análise..., 2014). Considerando-se que em um intervalo de dez anos seria possível atingir o valor médio da diferença entre o estoque de C em pastagens degradadas e em sistemas integrados ou recuperados, e que 42 milhões de hectares de pastagens degradadas poderiam ser recuperados e outros 15 milhões transformados em sistemas integrados, seria possível evitar emissões de 143 milhões de t CO<sub>2</sub> eq/ano. Assim, apenas com a recuperação de pastagens e uso dos sistemas de ILP e ILPF é possível propor metas de mitigação mais ousadas, que ultrapassam aquelas preconizadas pelo Plano ABC. Para este tipo de contabilidade é fundamental abater as emissões diretas dos bovinos, utilizando-se os fatores de emissão definidos por Lessa et al. (2014).

## Considerações finais

Apesar de ainda ser o maior emissor de GEE no Brasil, o setor agropecuário apresenta potencial de redução em vários subsetores e processos. No setor de pecuária bovina, por exemplo, os sistemas integrados e as estratégias de manejo de pastagens apresentam grande potencial de redução de emissões e sequestro de GEE. Além disso, tais sistemas podem potencializar a competitividade do setor diante das exigências de mercados internacionais, valorizando a terra e os animais produzidos em sistemas de baixa emissão, bem como, podem alavancar a intensificação produtiva na pecuária.

Diante disso, pode-se admitir que a agricultura brasileira, via sistemas de integração, deixará de ser uma das principais responsáveis pela emissão de GEE e, em um futuro próximo, passará a ser considerada como uma eficaz mitigadora desses gases, além de aumentar a capacidade de produção desses sistemas.

Por fim, é importante destacar a necessidade de monitoramento por sensoriamento remoto do estoque de carbono no solo e na biomassa aérea das propriedades rurais com sistemas integrados, uma vez que, com a adoção dos sistemas de ILP ou ILPF, o estoque de carbono tende a aumentar gradualmente até atingir o estado de equilíbrio no solo.

## Referências bibliográficas

ALVES, B.; URQUIAGA, S.; JANTALIA, C. P.; BODDEY, R. M. Dinâmica do carbono em solos sob pastagens. In: SANTOS, G. de A.; SILVA, L. S. da; CANELLAS, L. P.; CAMARGO, F. A. O. (Ed.). **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais & subtropicais**. Porto Alegre: Metrópole, 2008. p. 561-569.

ANÁLISE dos recursos do programa ABC: visão regional. São Paulo: FGV, 2014. 19 p. (Observatório ABC. Ano 2, Relatório 2). Disponível em: <<http://observatorioabc.com.br/2014/10/34analise-dos-recursos-do-programa-abc-visao-regional/>>. Acesso em: 10 jan. 2014.

ASSAD, E. D.; PINTO, H. S.; MARTINS, S. C.; GROppo, J. D.; SALGADO, P. R.; EVANGELISTA, B.; VASCONCELLOS, E.; SANO, E. E.; PAVÃO, E.; LUNA, R.; CAMARGO, P. B.; MARTINELLI, L. A. Changes in soil carbon stocks in Brazil due to land use: paired site comparisons and a regional pasture soil survey. **Biogeosciences**, v. 10, n. 10, p. 6141-6160, 2013.

BALBINO, L. C.; CORDEIRO, L. A. M.; PORFÍRIO-DA-SILVA, V. P.; MORAES, A. G. B.; ALVARENGA, R. C.; KICHEL, A. N.; FONTANELI, R. S.; SANTOS, H. P.; FRANCHINI, J. C.; GALERANI, P. R. Evolução tecnológica e arranjos produtivos de sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 10, p. i-xii, out. 2011.

CORDEIRO, L. A. M.; ASSAD, E. D.; FRANCHINI, J. C.; SA, J. C. M.; LANDERS, J. N.; AMADO, T. J. C.; RODRIGUES, R. A. R.; ROLOFF, G.; BLEY JUNIOR, C.; ALMEIDA, H. G.; MOZZER, G. B.; BALBINO, L. C.; GALERANI, P. R.; EVANGELISTA, B. A.; PELLEGRINO, G. Q.; MENDES, T. A.; AMARAL, D. D.; RAMOS, E. N.; MELLO, I.; RALISCH, R. **O aquecimento global e a agricultura de baixa emissão de carbono**. Brasília, DF: MAPA, 2011. 75 p.

HAYWOOD, J.; BOUCHER, O. Estimates of the direct and indirect radiative forcing due to tropospheric aerosols: a review. **Reviews Geophysics**, v. 38, n. 4, 513-543, Nov. 2000.

LESSA, A. C. R.; MADARI, B. E.; PAREDES, D. S.; BODDEY, R. M.; URQUIAGA, S.; JANTALIA, C. P.; ALVES, B. J. R. Bovine urine and dung deposited on Brazilian savannah pastures contribute differently to direct and indirect soil nitrous oxide emissions. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 190, n.1, p. 104-111, June 2014.

MACEDO, M. C. M. Integração lavoura e pecuária: o estado da arte e inovações tecnológicas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, p. 133-146, jul. 2009. Número especial.

NATIONAL OCEANIC AND ATMOSPHERIC ADMINISTRATION. Earth System Research Laboratory. **Trends in Atmospheric Carbon Dioxide**. Disponível em: <[http://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends/#mlo\\_growth](http://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends/#mlo_growth)>. Acesso em: 19 jan. 2015.

PBMC, Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas: **Base científica das mudanças climáticas. Contribuição do Grupo de Trabalho 1 do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas ao Primeiro Relatório da Avaliação Nacional sobre Mudanças Climáticas** [Ambrizzi, T., Araujo, M. (eds.)]. COPPE. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2014, 464 pp.

PINTO, H. S.; ASSAD, E. D. (Coord.). **Sumário executivo**: mitigando mudanças climáticas no setor agrícola: estoque de carbono nos solos da Amazônia-Brasil. Brasília, DF: Embrapa; Campinas: Unicamp, 2014. 25 p.

SALTON, J. C. **Matéria orgânica e agregação do solo na rotação lavoura-pastagem em ambiente tropical**. 2005. 158 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

SALTON, J. C.; MIELNICZUK, J.; BAYER, C.; FABRÍCIO, A. C.; MACEDO, M. C. M.; BROCH, D. L. Teor e dinâmica do carbono no solo em sistemas de integração lavoura-pecuária. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 10, p. 1349-1356, out. 2011.

SHINE, K. P.; FUGLESTVEDT, J. S.; HAILEMARIAM, K.; STUBER, N. Alternatives to the global warming potential for comparing climate impacts of emissions of greenhouse gases. **Climatic Change**, v. 68, n. 3, p. 281-302, Feb. 2005.

SOUZA, D. M. G.; VILELA, L.; REIN, T. A. e LOBATO, E. Eficiência da Adubação Fosfatada em Dois Sistemas de Cultivo em Latossolo de Cerrado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 26., 1997, Rio de Janeiro. **Informação, globalização, uso do solo**: anais. Rio de Janeiro: SBCS, 1997. p. 57-60.

TARRÉ, R. M.; MACEDO, R.; CANTARUTTI, R. B.; REZENDE, C. de P.; PEREIRA, J. M.; FERREIRA, E.; ALVES, B. J. R.; URQUIAGA, S.; BODDEY, R. M. The effect of the presence of a forage legume on nitrogen and carbon levels in soils under Brachiaria pastures in the atlantic forest region of the south of Bahia, Brazil. **Soil Biology & Biochemistry**, v. 234, n. 1, p. 15-26, July 2001.

VILELA, L.; MARTHA JUNIOR, G. B.; MACEDO, M. C. M.; MARCHAO, R. L.; GUIMARAES JUNIOR, R.; PULROLNIK, K.; MACIEL, G. A. Sistemas de integração lavoura-pecuária na região do Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 10, p. 1127-1138, out. 2011.





## Capítulo 12

# Marcas-conceito e a proposta de uma Plataforma de Pecuária de Baixo Carbono

---

*Fabiana Villa Alves  
Roberto Giolo de Almeida  
Valdemir Antônio Laura  
Rodrigo da Costa Gomes  
Davi José Bungenstab*

## O setor agropecuário brasileiro e sua busca por maior sustentabilidade

As mudanças climáticas têm sido relacionadas ao aquecimento global e atribuídas às emissões antrópicas de gases de efeito estufa (GEE). Sendo um tema amplamente discutido, existe certo consenso no meio científico e entre os formadores de políticas públicas de que são necessárias medidas para sua contenção. Por outro lado, admite-se também que já existem alternativas comprovadamente efetivas para mitigação do problema e que estas estão disponíveis para praticamente os principais setores da economia (indústria, transportes, serviços, sociedade civil e agropecuária), o que auxiliaria no enfretamento do problema citado.

Em especial no Brasil, o setor agropecuário é alvo de repetidas críticas e desinformação, pois, em termos globais, suas emissões são proporcionalmente menores que a de outros países e setores. Por sua vez, o país não se esquivava de suas responsabilidades e compromissos com as gerações futuras, trabalhando proativamente na redução de suas próprias emissões, como também na formulação de políticas públicas voltadas à mitigação de carbono para vários setores que, no caso da agropecuária, privilegiam cultivos e práticas agrícolas melhoradas.

Em âmbito nacional, as mudanças de uso da terra, especialmente relacionadas com o desmatamento legal ou ilegal, são as principais causadoras de emissões de GEE, cujas reduções são ancoradas ao cumprimento da legislação ambiental nacional. Outro causador de emissões é a pecuária de corte que, no entanto, é responsável por uma fração muito pequena das emissões globais de GEEs. Neste aspecto, mesmo não impactando significativamente o balanço de GEE nacional e mundial, o setor brasileiro vem tomando atitudes proativas com relação ao assunto, por meio de iniciativas em diversos níveis, desde órgãos do Governo Federal estabelecendo políticas relacionadas com a cadeia da carne bovina até propriedades rurais individuais que voluntariamente decidiram contribuir para redução das emissões de GEE.

Adicionalmente, a contabilização do carbono em sistemas de produção é estratégica para consumidores, produtores e governos que buscam oportunidades de negócios no contexto de sustentabilidade, eficiência produtiva, mudanças climáticas, impactos ambientais, segurança alimentar e credibilidade internacional. Todavia, para que essas iniciativas recebam reconhecimento pelas instituições que lideram as discussões e tratativas sobre o assunto em nível global, em especial o Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC), devem ter não apenas seu processo de contabilização transparente, mas também as metodologias utilizadas corroboradas pelo meio científico, para que dessa forma possam permitir verificação.

Neste contexto, este capítulo apresenta uma iniciativa brasileira, liderada pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa, que vai além da simples contabilização de carbono, denominada “Carne Carbono Neutro”, inserida na “Plataforma Pecuária de Baixo Carbono”. Esta última envolve, entre outras iniciativas, a construção de marcas-conceito voltadas a diferentes produtos pecuários que tiveram suas emissões reduzidas

ou integralmente compensadas durante seu processo produtivo. Tais marcas-conceito agem como selos de garantia para a comercialização da carne bovina e seus derivados, cristalizando conceitos e valores intangíveis em símbolos de fácil distinção pelos seus compradores.

## A plataforma pecuária de baixo carbono

### Breve histórico

A Embrapa tem atuado na pesquisa e desenvolvimento de sistemas em integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF) por mais de quatro décadas, desde sua criação, possibilitando sua adoção por produtores em diversas regiões do Brasil. Atualmente, estima-se que uma área de 12,5 milhões de hectares nos cinco principais biomas brasileiros, é ocupada por algum tipo de sistema em integração.

Considerando-se o compromisso brasileiro em mitigar suas emissões de GEE na pecuária e o potencial que as árvores presentes nos sistemas ILPF têm para fixar carbono, em 2012, foi idealizada pela Embrapa a marca-conceito “Carne Carbono Neutro” (CCN) (Figura 1), cujo objetivo é atestar a neutralização do metano emitido pelos bovinos produzidos em sistemas em integração do tipo silvipastoril (pecuária-floresta, IPF) ou agrossilvipastoril (lavoura-pecuária-floresta, ILPF), sendo todos os processos parametrizados e auditáveis, inclusive por auditoria de terceira-parte.



Figura 1. Selo “Carne Carbono Neutro” nas versões em português em inglês.

Em 2016, dentro de uma ótica de Plataforma de Pecuária de Baixo Carbono que envolvesse diferentes sistemas e tecnologias de produção e seguindo as premissas de mensuração, relato e validação aplicada ao CCN, foi criada a marca-conceito Carne Baixo Carbono (CBC) (Figura 2).



**Figura 2.** Selo “Carne Baixo Carbono” nas versões em português em inglês.

A principal diferença entre ambas é que, nesta última, não é prevista a presença de árvores e o sequestro de carbono contabilizado é o que ocorre no solo por meio da intensificação das pastagens, principalmente, pelo uso de sistemas em Integração Lavoura-Pecuária. Assim, nas diretrizes que embasam o protocolo de certificação voluntária para uso da marca CBC, são aceitos sistemas pecuários que não neutralizam totalmente as emissões dos animais, mas que mitigam parte dessas.

Adicionalmente, como complementação à Plataforma e visto as oportunidades geradas a partir dos dois primeiros selos, tem-se a proposição da “Carne Carbono Nativo” (CN), protocolo este voltado para a carne produzida a pasto, em sistemas com alta densidade de árvores nativas, o “Bezerro Carbono Neutro” (BCN), específico para sistemas de cria em ILPF, e o “Couro Carbono Neutro”, de protocolo semelhante ao CCN porém dedicado à produção de peles com potencial de rastreabilidade e qualidade. Todos esses produtos, desenvolvidos dentro dos mesmos princípios de neutralização ou redução do saldo de emissões de sistemas de pecuária de corte pelo próprio sistema, preveem protocolos de certificação voluntária homologados pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA).

## A marca Carne Carbono Neutro

A marca-conceito CCN é uma marca da Embrapa, registrada no Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI), cujo uso é direcionado para carnes bovinas destinadas ao mercado interno e externo. Os elementos distintos da marca (Figura 1) simbolizam a fixação, a neutralização e a reciclagem do carbono, com alusão à letra “C”. A cor verde simboliza a neutralização das emissões de GEEs por meio do sequestro e fixação de carbono realizado pelo componente arbóreo, presente obrigatoriamente no sistema (representado, de forma estilizada, por um ramo com duas folhas). A cor preta simboliza as emissões de GEEs do sistema (representadas, de forma estilizada, pelo cupim de um zebuino).

Sua principal finalidade é garantir ao consumidor que os bovinos que deram origem ao produto (carne) tiveram suas emissões de metano entérico compensadas durante o processo de produção pelo crescimento das árvores presentes no sistema. Além disso, garantir alto grau de bem-estar animal, obtido pela presença de árvores em quantidade suficiente para fornecimento de sombra e, conseqüentemente, conforto térmico. Considera-se, assim, que os sistemas em integração habilitados a produzirem CCN são os do tipo integração pecuária-floresta (IPF), ou silvipastoril, e sistema de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF), ou agrossilvipastoril.

Os cenários de referência (baseline) para a implantação de sistemas de IPF/ILPF e obtenção da certificação CCN são: (i) pastagem que não apresenta o componente arbóreo e; (ii) pastagem com presença de árvores nativas, que por sua vez não serão consideradas no cômputo do sequestro de carbono, caracterizando que o componente arbóreo implantado será o diferencial em relação ao sistema original.

Para o planejamento das áreas a serem certificadas, recomenda-se que sigam (ou tenham seguido) as diretrizes estabelecidas pelo Plano Agricultura de Baixa Emissão de Carbono/ Plano ABC (Brasil, 2012). Outras instruções para a implantação dos sistemas são contidas em Castro e Paciullo (2006), Porfírio-da-Silva et al. (2009) e Serra et al. (2012).

A certificação CCN prevê a realização de análises de solo da área, na ocasião da implantação do sistema e, anualmente, durante sua execução. Estas análises, ao longo do tempo, deverão indicar teores de carbono no solo iguais ou superiores aos da análise inicial, comprovando, desta forma, que os lotes de carne provenientes do sistema foram produzidos em condições de melhoria do estoque de carbono no solo. Estas análises servirão como um indicador complementar de mitigação da emissão de GEEs, cujos valores não serão computados no balanço de carbono do sistema nesta primeira versão. Uma vez que os sistemas IPF e ILPF não preveem alto uso de insumos, não serão consideradas as emissões de GEEs decorrentes do uso de fertilizantes nitrogenados, de calcário, bem como aquelas provenientes dos dejetos dos animais em pastejo, até que as metodologias de mensuração destes estejam consolidadas e harmonizadas internacionalmente.

Ressalta-se que, apesar do CCN focar exclusivamente a neutralização dos GEE emitidos pelos animais, os sistemas IPF e ILPF apresentam potencial para virem a ser enquadrados no âmbito do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) e/ou remunerados pela prestação de serviços ambientais, por meio da contribuição do componente arbóreo na remoção de CO<sub>2</sub> atmosférico, dentre outros.

Além disso, apesar de não ser o foco específico do CCN (mas sim do CBC conforme discutido adiante), a certificação por terceira parte, caso de todas as marcas-conceito da plataforma, garante que as pastagens sejam monitoradas quanto ao seu manejo adequado, durante o processo produtivo da carne, visto que manejos inadequados podem acarretar processo de degradação da pastagem, fato este que inviabilizaria a obtenção do selo. Informações técnicas a respeito do uso e manejo correto de forrageiras em sistemas de IPF/ILPF podem ser encontradas em Almeida et al. (2012), Fontaneli et al. (2012), Costa e Queiroz (2013) e Paciullo et al. (2015).

Dentre os componentes dos sistemas de IPF/ILPF, o componente arbóreo é aquele que apresenta maior capacidade de acúmulo de carbono. Por meio do crescimento das árvores, parte do  $\text{CO}_2$  atmosférico é sequestrado pelas plantas para armazenamento de energia luminosa. Assim, ao retirar  $\text{CO}_2$  da atmosfera, as árvores geram um saldo positivo para o sistema produtivo, possibilitando a neutralização dos GEEs liberados pelos demais componentes, mais notadamente, o metano entérico emitido pelos bovinos em pastejo.

Para a quantificação e acompanhamento do carbono acumulado pelas árvores presentes em área com sistema de IPF/ILPF, o primeiro passo é a execução do inventário florestal (Hush et al., 1993), de modo a determinar o crescimento real e potencial das árvores no sistema e, assim, estimar o carbono acumulado no fuste (tronco) das árvores.

Os softwares da série SIS (SisEucalipto, SisPinus, SisTeca, SisAcacia, SisAraucaria, SisBracatinga e SisCedro) desenvolvidos pela Embrapa permitem calcular o estoque de madeira disponível no momento da avaliação e a cada ano futuro, em termos de volume total e volume por tipo de utilização da madeira. Dessa forma, auxiliam também na determinação da quantidade de carbono sequestrado da atmosfera e imobilizado nas árvores, uma vez que são capazes de fazer prognoses e de estimar a biomassa das árvores e o carbono acumulado nas diferentes partes das árvores. Os softwares podem ser utilizados gratuitamente, após cadastro, por meio de site específico.

Em condições brasileiras, o potencial de mitigação de GEEs em sistemas de IPF/ILPF com árvores de rápido crescimento, como o eucalipto, em densidades de 250 a 350 árvores/ha, planejados para corte das árvores aos oito a doze anos de idade e capazes de produzir 25  $\text{m}^3$ /ha/ano de madeira (Ofugi et al., 2008), corresponde a um sequestro anual de cerca de 5 t/ha de C, o que equivale à neutralização da emissão de GEEs de cerca de 12 bovinos adultos. A contabilização de metano entérico é feita a partir das estimativas de emissão, realizadas de maneira simplificada, com base nas recomendações do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC, 2006), seja pelo Tier 1 ou Tier 2, ou, ainda, de maneira mais detalhada e específica, por meio de simulação, usando modelos do NRC (2000) com alguns ajustes. Também Medeiros et al. (2014) desenvolveram uma equação de emissão de metano entérico para condições brasileiras, no projeto Pecus ([www.redepecus.com.br](http://www.redepecus.com.br)).

Outro ponto de grande importância para a obtenção da certificação da área, é a garantia de que as árvores que restarão no sistema sejam destinadas para serraria, laminação e faqueados, que darão origem a produtos com maior tempo de imobilização do carbono, como móveis e materiais para construção civil. A madeira originada poderá também ser creditada e vinculada à marca-conceito CCN, gerando novas oportunidades de negócios e mercados para o produtor. Contudo, para que se garanta a qualidade final também deste produto, a entrada dos animais no sistema deve se dar após se assegurar que as árvores não sofrerão danos ou injúrias, prejudicando seu crescimento e/ou valor comercial. De forma geral, árvores com o diâmetro a altura do peito (DAP) mínimo de 6,0 cm (medido a 1,30 m do solo), podem suportar a entrada dos animais sem que seja necessária sua proteção individual ou conjunta. Até que atinja o DAP mínimo recomendado, a área pode ser utilizada com algum cultivo, caso as condições edafoclimáticas sejam adequadas, ou

pode-se utilizar a forrageira para produção de silagem e/ou feno, atentando-se para as devidas reposições de nutrientes no sistema.

Ainda que o CCN traga consigo os benefícios diretos e indiretos atrelados aos sistemas IPF/ILPF (como mitigação de GEE, aumento da biodiversidade, maior bem-estar animal, uso mais eficiente dos recursos naturais), de grande apelo mercadológico, por se tratar de produto alimentício (carne), foi dada atenção, em suas diretrizes, à qualidade intrínseca do produto final. Além de serem considerados para fins de certificação animais que passaram as fases de cria-recria-terminação (ciclo completo) ou recria-terminação nos sistemas IPF/ILPF, os mesmos devem atender a requisitos que contemplam recomendações pré-determinadas quanto ao seu manejo e nutrição. Serão aceitas carcaças de fêmeas e machos castrados que apresentem, na ocasião do abate, maturidade 0, 2 e 4 dentes (referente à troca dos dentes incisivos de leite por definitivos) e acabamento mediano (3 a 6 mm de espessura de gordura) ou uniforme (6 a 10 mm de espessura de gordura), de acordo com o Sistema Brasileiro de Tipificação de Carcaças Bovinas. Animais inteiros poderão participar do programa desde que abatidos com maturidade 0 ou 2 dentes e com acabamento exigido no programa. Os animais poderão receber suplementação mineral, proteica, proteico-energética e/ou energética (semiconfinamento), em quantidades pré-estabelecidas. Na fase de recria, por exemplo, recomenda-se o uso de suplementação mineral, proteica (1 a 2 g/kg de peso vivo) ou proteico-energética (3 a 5 g/kg de peso vivo). Na fase de terminação, qualquer dos tipos citados pode ser utilizado, porém recomenda-se o uso de suplementação energética ou semiconfinamento (6 a 12 g/kg de peso vivo) para facilitar o alcance do grau de acabamento de carcaça desejado. O limite máximo de fornecimento de suplemento deve ser de até 20 g/kg de peso vivo, de forma a forragem tenha participação significativa na dieta ingerida, por se tratar de carne do tipo "grass-fed beef". Demais detalhes sobre os procedimentos de suplementação podem ser obtidos em Medeiros e Gomes (2012).

O uso de aditivos alimentares promotores de crescimento são permitidos, pois não afetarão os fatores de emissão nas diferentes estratégias de suplementação. Entretanto, recomenda-se a observância de proibição destes produtos em certos mercados, conforme o destino final do produto. Para a castração dos machos, deve-se dar preferência ao uso da vacina de imunocastração, em respeito aos preceitos de bem-estar animal. Em relação ao manejo sanitário, os animais devem seguir a legislação vigente quanto às vacinas obrigatórias, ao calendário sanitário para sua região ou Estado, observando-se os períodos de carência obrigatórios, específicos para cada produto/medicamento.

Observados estes e demais preceitos contidos nas diretrizes orientadoras da marca-conceito CCN, como descrito em publicação da Embrapa denominada Documento 210, o produtor habilita-se à obtenção da certificação voluntária de terceira parte, para cujo credenciamento serão computadas as arrobas de carcaça produzidas no período de manutenção dos animais no sistema, sendo considerado o mínimo de seis arrobas de carcaça por cabeça. Para fins de contabilidade da emissão de metano dos animais em pastejo, poderá ser adotado valor de referência do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC, 2006) para o Brasil (América Latina) ou, preferencialmente, quando houver disponível, valor suportado oficialmente pelos órgãos federais de competência. Pelo fato da certificação CCN se enquadrar em processo de melhoria