

Diretrizes técnicas para produção pecuária
sustentável com árvores nativas:
Carbono Nativo (CN)



***Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Gado de Corte
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento***

DOCUMENTOS 303

Diretrizes técnicas para produção pecuária sustentável com árvores nativas: Carbono Nativo (CN)

*Rodiney de Arruda Mauro
Marta Pereira da Silva
Fabiana Villa Alves
Roberto Giolo de Almeida
Valdemir Antônio Laura
Vanderley Porfírio da Silva
Editores técnicos*

***Embrapa Gado de Corte
Campo Grande, MS
2022***

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Gado de Corte
Av. Rádio Maia, 830, Zona Rural, Campo Grande, MS,
79106-550, Campo Grande, MS
Fone: (67) 3368 2000
Fax: (67) 3368 2150
www.embrapa.br
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê Local de Publicações
da Embrapa Gado de Corte

Presidente
Rodrigo Amorim Barbosa

Secretário-Executivo
Rodrigo Carvalho Alva

Membros
Alexandre Romeiro de Araújo, Davi José
Bungenstab, Fabiane Siqueira, Gilberto
Romeiro de Oliveira Menezes, Luiz Orcício
Fialho de Oliveira, Marcelo Castro Pereira,
Mariane de Mendonça Vilela, Marta Pereira
da Silva, Mateus Figueiredo Santos, Vanessa
Felipe de Souza

Supervisão editorial
Rodrigo Carvalho Alva

Revisão de texto
Rodrigo Carvalho Alva

Tratamento das ilustrações
Rodrigo Carvalho Alva

Projeto gráfico da coleção
Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Editoração eletrônica
Rodrigo Carvalho Alva

Foto da capa

1ª edição
Publicação digitalizada (2022)

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte,
constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Gado de Corte

Diretrizes técnicas para produção pecuária sustentável com árvores nativas : Carbono
nativo (CN) / editores técnicos, Rodiney de Arruda Mauro ... [et al.]. – Campo
Grande, MS : Embrapa Gado de Corte, 2022.
PDF (32 p.). – (Documentos / Embrapa Gado de Corte, ISSN 1983-974X ; 303).

1. Carbono. 2. Floresta nativa. 3. Gado de Corte. 4. Gás de efeito estufa. 5. Pastagem.
6. Planta forrageira. I. Mauro, Rodiney de Arruda. II. Silva, Marta Pereira da. III. Alves,
Fabiana Villa. IV. Almeida, Roberto Giolo de. V. Laura, Valdemir Antônio. VI. Silva,
Vanderley Porfírio da. VII. Série.

Autores

Alexandre Romeiro de Araújo

Zootecnista, doutor em Ciência do Solo, pesquisador da Embrapa Gado de Corte, Campo Grande, MS

Armindo Neivo Kichel

Engenheiro-agrônomo, doutor em Agronomia, pesquisador da Embrapa Gado de Corte, Campo Grande, MS (in memoriam)

Daniel Luis Mascia Vieira

Ecólogo, doutor em Ecologia, pesquisador da Embrapa Recursos Genéticos

Davi José Bungenstab

Médico-veterinário, doutor em Agricultura, pesquisador da Embrapa Gado de Corte, Campo Grande, MS

Eny Duboc

Engenheira-agrônoma, doutora em Agronomia (Energia na Agricultura), pesquisadora da Embrapa Agropecuária Oeste, Dourados, MS

Fabiana Villa Alves

Zootecnista, doutora em Ciência Animal e Pastagens, pesquisadora da Embrapa Gado de Corte, Campo Grande, MS

Fernando Rodrigues Teixeira Dias

Engenheiro-eletrônico, mestre em Administração, pesquisador da Embrapa Pantanal, Corumbá, MS

Giampaolo Queiroz Pellegrino

Engenheiro-florestal, doutor em Engenharia Agrícola - Água e Solo, pesquisador da Embrapa Informática Agropecuária, Campinas, SP

Gladys Beatriz Martinez

Engenheira-agrícola, doutora em Ciências Agrárias, pesquisadora da Embrapa Amazônia Oriental, Belém, PA

João dos Santos Vila da Silva

Matemático, doutor em Engenharia Agrícola pesquisador da Embrapa Informática Agropecuária, Campinas, SP

Lidiamar Barbosa de Albuquerque

Bióloga, doutora em Ecologia, pesquisadora da Embrapa Cerrados, Planaltina, DF

Luis Gustavo Barioni

Engenheiro-agrônomo, doutor em Ciência Animal e Pastagens, pesquisador da Embrapa Informática Agropecuária, Campinas, SP

Manuel Cláudio Motta Macedo

Engenheiro-agrônomo, doutor em Ciência do Solo, pesquisador da Embrapa Gado de Corte, Campo Grande, MS

Mariana de Aragão Pereira

Zootecnista, doutora em Administração rural, pesquisadora da Embrapa Gado de Corte, Campo Grande, MS

Marília Ieda da Silveira Folegatti Matsuura

Zootecnista, doutora em Tecnologia de Alimentos, pesquisadora da Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna, SP

Marta Pereira da Silva

Zootecnista, doutora em Ecologia Tropical, pesquisadora da Embrapa Gado de Corte, Campo Grande, MS

Michely Tomazi

Engenheira-agrônoma, doutora em Ciência do Solo, pesquisadora da Embrapa Agropecuária Oeste, Dourados, MS

Roberto Giolo de Almeida

Engenheiro-agrônomo, doutor em Zootecnia, pesquisador da Embrapa Gado de Corte, Campo Grande, MS

Rodiney de Arruda Mauro

Biólogo, doutor em Ecologia Tropical, pesquisador da Embrapa Gado de Corte, Campo Grande, MS

Rodrigo da Costa Gomes

Zootecnista, doutor em Qualidade e Produtividade Animal, pesquisador da Embrapa Gado de Corte, Campo Grande, MS

Tadário Kamel de Oliveira

Engenheiro-agrônomo, doutor em Engenharia Florestal, pesquisador da Embrapa Acre, Rio Branco, AC

Valdemir Antônio Laura

Engenheiro-Agrônomo, doutor em Agronomia, pesquisador da Embrapa Gado de Corte, Campo Grande, MS

Vanderley Porfírio da Silva

Engenheiro-Agrônomo, doutor em Agronomia (Produção Vegetal), pesquisador da Embrapa Florestas, Colombo PR

Grupo de Trabalho “Componente Arbóreo”

Daniel Luis Mascia Vieira (Embrapa Recursos Genéticos)

Eny Duboc (Embrapa Agropecuária Oeste)

Gladys Beatriz Martinez (Embrapa Amazônia Oriental)

João dos Santos Vila da Silva (Embrapa Informática Agropecuária)

Lidiamar B. de Albuquerque (Embrapa Cerrados)

Rodiney de Arruda Mauro (Embrapa Gado de Corte)

Tadário Kamel de Oliveira (Embrapa Acre)

Valdemir Antônio Laura (Embrapa Gado de Corte)

Vanderley Porfírio da Silva (Embrapa Florestas)

Grupo de Trabalho “Componente Solo”

Alexandre Romeiro de Araújo (Embrapa Gado de Corte)

Davi J. Bungenstab (Embrapa Gado de Corte)

Giampaolo Queiroz Pellegrino (Embrapa Informática Agropecuária)

Manuel Claudio M. Macedo (Embrapa Gado de Corte)

Marília I. S. Folegatti Matsuura (Embrapa Meio Ambiente)

Roberto Giolo de Almeida (Embrapa Gado de Corte)

Grupo de Trabalho “Componente Pasto / Animal”

Armindo Neivo Kichel (Embrapa Gado de Corte, in memoriam)

Fabiana Villa Alves (Embrapa Gado de Corte)

Fernando R. Teixeira Dias (Embrapa Pantanal)

Luis Gustavo Barioni (Embrapa Informática Agropecuária)

Michely Tomazi (Embrapa Agropecuária Oeste)

Mariana de Aragão Pereira (Embrapa Gado de Corte)

Marta Pereira da Silva (Embrapa Gado de Corte)

Rodrigo da Costa Gomes (Embrapa Gado de Corte)

Sumário

Apresentação	9
Introdução.....	12
Construção da Marca-Conceito.....	15
Conceito da marca	16
Componente vegetação: o elemento arbóreo na marca conceito Carbono Nativo	18
Componente vegetação: as pastagens na marca conceito Carbono Nativo	21
Componente solo na marca conceito Carbono Nativo	22
Componente animal na marca conceito Carbono Nativo	25
Considerações finais	27
Referências	28

Apresentação

A pecuária de corte brasileira, predominantemente realizada em pastagens, além de ser um dos pilares da economia do país, é uma importante provedora de serviços ecossistêmicos no contexto de mitigação das emissões de gases de efeito estufa.

O Brasil tem assumido compromissos internacionais em favor da eficiência produtiva em prol da sustentabilidade do setor agropecuário. Por meio do “Plano Setorial de Mitigação e de Adaptação às Mudanças Climáticas para a Consolidação de uma Economia de Baixa Emissão de Carbono na Agricultura”, ou “Plano ABC (Agricultura de baixa emissão de carbono)”, em nove anos (2010-2018), o País conseguiu evitar a emissão entre 100,21 milhões e 154,38 milhões de toneladas de CO₂ eq. (equivalente de dióxido de carbono), alcançando de 68% a 105% da meta de mitigação estabelecida em 2015 (MAPA, 2018).

O sucesso do Plano ABC foi, em grande parte, devido à escolha de tecnologias sustentáveis de produção já difundidas no campo, e com grande potencial de mitigação de gases de efeito estufa (GEE), como plantio de florestas, recuperação de pastagens degradadas, sistemas em integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF) e agroflorestais (SAFs), sistema plantio direto (SPD) e fixação biológica de nitrogênio (FBN) (MAPA, 2012). Tais escolhas, com forte embasamento científico nacional, consolidaram a iniciativa como uma das principais políticas públicas brasileiras de mitigação e adaptação às mudanças climáticas. Além de ser considerada uma iniciativa única no mundo em seu gênero e dimensão, possibilitou o fortalecimento de uma economia de baixa emissão de carbono na agricultura brasileira.

Entretanto, além da mitigação de GEE, as estratégias de adaptação às mudanças climáticas na agropecuária preconizadas pelo Plano ABC geram co-benefícios passíveis de valoração, mas ainda inexplorados em sua totalidade. Citam-se aspectos como maior produtividade, maior bem-estar animal, maior eficiência no uso de recursos, recomposição da paisagem rural, aumento da resiliência climática dos sistemas de produção, aumento da biodiversidade acima e abaixo do solo, entre outros.

Em abril de 2021 foi lançado o Plano ABC+ que visa expandir a adoção de tecnologias de produção sustentável em uma área de 72,68 milhões de hectares (BRASIL, 2021). A meta é mitigar em torno de 1,1 bilhão de toneladas de carbono equivalente até 2030. Para alcançar essa meta definida pelo Plano Setorial de Adaptação e Baixa Emissão de Carbono na Agropecuária os novos objetivos são:

- Manutenção e adoção de sistemas de produção conservacionistas;
- Fortalecimento do uso de tecnologias e assistência ao produtor;
- Estímulo à pesquisa e desenvolvimento de práticas sustentáveis de produção;
- Reconhecimento e valorização de produtores que adotam práticas sustentáveis;
- Fomento e diversificação de fontes econômicas, financeiras e fiscais vinculados aos sistemas produtivos sustentáveis;
- Aprimoramento do sistema de gestão das informações do ABC+, para efetivação do monitoramento, avaliação e comunicação de resultados;
- Incentivo à regularização ambiental das propriedades rurais.

Os objetivos elencados visam aumentar a produtividade e renda do produtor e ao mesmo tempo controlar as emissões de gases do efeito estufa.

Agregar serviços ecossistêmicos e/ou atributos ambientais à imagem e ao valor da atividade agropecuária brasileira sempre foi um grande desafio para o Brasil, pois a captura de valores intangíveis incorporados à carne e outros derivados, e transformação destes em remuneração aos atores da cadeia produtiva, requer hábil mapeamento e gerenciamento do processo. Isto implica no desenvolvimento de métricas, além de formas de mensuração e valoração, visando instrumentos econômicos diferenciadores, do tipo “certificação”. Contudo, para que este tenha credibilidade, deve ser estruturado por meio de mecanismo voluntário, realizado por uma terceira parte (independente), apoiado em diretrizes consistentes e processos transparentes. Em se tratando de pecuária de corte extensiva e realizada em diferentes biomas, sua complexidade técnica e operacional é grande, e sua proposição desafiadora.

A Embrapa, apoiando as ações governamentais brasileiras no que tange à mitigação das emissões de GEE na agropecuária, estruturou em 2019 a “Plataforma Pecuária de Baixa Emissão de Carbono”, cujo objetivo é reunir marcas-conceito que atuam como selos de garantia para a comercialização de produtos oriundos da cadeia pecuária, e cristalizam conceitos e valores intangíveis, embasados em resultados científicos (ALVES *et al.*, 2015). Nesta, está incluída a “Carne Carbono Neutro” (CCN), cuja certificação é focada na captura e remoção do carbono por meio de sistemas pecuários com presença de árvores plantadas (silvipastoris ou agrossilvipastoris). Também, a “Carne Baixo Carbono” (CBC), elaborada para certificar a carne produzida em sistemas em integração lavoura-pecuária (ILP) ou em pastagens bem manejadas, sem a presença obrigatória de árvores (ALMEIDA e ALVES, 2020).

A evolução da concepção da Plataforma Pecuária de Baixa Emissão de Carbono, inédita em suas prerrogativas e construção, fez emergir a oportunidade para outras marcas-conceito, como a “Carbono Nativo”. Seu escopo é certificar a carne produzida em pastagens arborizadas com árvores nativas, nas quais o carbono foi mitigado/neutralizado por meio da conservação das árvores existentes e/ou pela introdução das mesmas, exaltando e valorando atributos extrínsecos e intrínsecos do produto final. Além disto, também está implícita uma perspectiva mais ampla de sustentabilidade, com a manutenção destes sistemas pecuários menos intensivos por meio de boas práticas agropecuárias, como provedores de uma série de outros serviços ecossistêmicos, além da mitigação de GEE, como, biodiversidade, resiliência climática, conservação do solo e água, enriquecimento da paisagem dentre outros, que podem ser valorizados por meio da marca.

O grande desafio dessa proposta é combinar pesquisa, transferência de tecnologia e política pública, com foco na sustentabilidade da atividade e na valorização do ambiente pecuário, continuamente apontado, de forma errônea, como antítese da conservação ambiental.

O objetivo deste documento é estabelecer os padrões da marca-conceito Carbono Nativo (CN), e contribuir para a uniformização do conhecimento sobre sua produção, bem como estabelecer as bases para sua avaliação e certificação.

Introdução

O Brasil é um dos signatários do Acordo de Copenhague, firmado em 2009, ao final da 15ª Conferência das Partes (COP-15), no qual se comprometeu a reduzir, voluntariamente, entre 36,1% e 38,9% das emissões totais nacionais de gases de efeito estufa (GEE) projetadas para 2020, com estimativa de um bilhão de toneladas de CO₂ equivalente (t CO₂ eq.) evitadas no país.

Seis anos depois, em 2015, durante a COP-21, assumiu metas mais ambiciosas às previamente pactuadas, considerando grandes ações atreladas ao setor agropecuário nacional, como o fim do desmatamento ilegal, a restauração de áreas de florestas (de reserva legal e preservação permanente), a recuperação de pastagens degradadas, a biodigestão de dejetos animais e o aumento das áreas com sistemas em integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF). Tais compromissos foram amparados pelos resultados extremamente positivos obtidos, até então, com a aplicação do “Plano Setorial de Mitigação e de Adaptação às Mudanças Climáticas para a Consolidação de uma Economia de Baixa Emissão de Carbono na Agricultura”, ou “Plano ABC”, criado em 2010 pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), com o objetivo de ratificar os compromissos assumidos internacionalmente em 2009 (MAPA, 2012).

O cenário nacional criado, desde então, fomentou intensas discussões sobre o tema no setor, bem como proposição de ações por diferentes atores das esferas públicas e privadas, com crescente aderência da sociedade civil em geral. Contudo, se por um lado, as discussões sobre os custos financeiros e sociais para implantação de tecnologias mitigadoras de carbono, e sua viabilização, foram exauridas, por outro, pouco se avançou no vislumbamento dos ganhos diretos e indiretos que tais tecnologias agregariam. Neste caso, outros co-benefícios, em sua maioria “intangíveis”, não foram devidamente considerados do ponto de vista comercial e de agregação de valor, notadamente associados à conservação e recomposição da paisagem, valorização do território, melhoria na produtividade e qualidade dos produtos obtidos, conservação de solo e água, aumento no grau de bem-estar animal, entre outros, que podem ser avaliados individual ou conjuntamente.

No caso das tecnologias consideradas no Plano ABC, muitas são diretamente aplicáveis à pecuária de corte. Algumas, porém, constituem verdadeiras inovações no setor, como a integração lavoura-pecuária-floresta e os sistemas agroflorestais.

Em áreas de pastagens, os estoques de carbono estão principalmente no solo. Segundo a Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura - FAO (2009), este compartimento tem grande potencial de sequestro e armazenamento de carbono, sendo considerado um dos maiores sumidouros de carbono. A manutenção de elementos arbóreos, associados a um bom manejo das pastagens, e silvicultura adequada, contribuem ainda mais para a mitigação de GEE nos sistemas pecuários. No passado, a formação de pastagens ocorreu com a retirada do elemento arbóreo, quer seja nas formações florestais mais densas, quer seja nas formações menos densas típicas do bioma Cerrado. Atualmente essa mentalidade está mudando rapidamente com a crescente valorização da presença das árvores nessa paisagem.

A existência de árvores nativas nas pastagens pode ocorrer, basicamente, em três modalidades: árvores remanescentes do processo de abertura/formação dos pastos (desmatamento seletivo), árvores provenientes da regeneração natural, ou árvores provenientes de plantio. Nos dois primeiros modelos a densidade arbórea é variada e a riqueza de espécies pode ser grande, no terceiro modelo, a organização é sistemática e com densidade pré-determinada, com diversidade variável.

Um aspecto importante já percebido por produtores, com comprovação em trabalhos científicos, é que a produtividade e/ou a qualidade das forrageiras em pastagens adequadamente arborizadas pode ser melhor do que quando a pleno sol (MONTROYA *et al.*, 1994; GARCIA e COUTO, 1997; MEDRADO, 2000; ALMEIDA *et al.*, 2003; CAMPOS *et al.*, 2007; PACIULLO *et al.*, 2007; ALMEIDA *et al.*, 2016; FAVARE *et al.*, 2018). Além disso, nas pastagens adequadamente arborizadas, tem-se um grande potencial de acúmulo de carbono e mitigação de GEE, tanto nas árvores como no solo, desde que as pastagens sejam corretamente manejadas, acrescido de outros atributos ambientais, como enriquecimento da biodiversidade e formação de corredores ecológicos (HANISCH *et al.*, 2016).

Paisagisticamente, por exemplo, sistemas silvipastoris no Cerrado se assemelham a fitofisionomias naturais do bioma, como a savana arborizada (ou campo

cerrado) e savana parque (ou *parkland* - parque de cerrado) (VELOSO *et al.*, 1991), formando sistemas de produção de bovinos de corte característicos desta ecorregião, passíveis de serem valorados (BRUZIGUESSI, 2016). Outros biomas ou ecorregiões, como Amazônia, Caatinga, Pantanal, Campos Sulinos e Mata Atlântica, também possuem sistemas silvipastoris característicos (SANTOS *et al.*, 2009; OLIVEIRA *et al.*, 2009; SANTOS e SANTOS, 2011; HANISCH *et al.*, 2016), nos quais a certificação “Carbono Nativo” poderá ser aplicada.

Em áreas de pastagens os estoques de carbono estão principalmente no solo. Segundo a FAO (2019), o compartimento solo tem grande potencial de sequestro e armazenamento de carbono, sendo considerado um dos maiores sumidouros. A manutenção de elementos arbóreos, associados a um bom manejo das pastagens, e silvicultura adequada, contribuem ainda mais para a mitigação de GEE nos sistemas pecuários.

O sistema de produção de gado de corte é caracterizado por um 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 em que a atividade é desenvolvida (EUCLIDES FILHO, 2000). No Brasil, predomina a bovinocultura de corte extensiva. Esta é baseada fundamentalmente no uso de forrageiras africanas adaptadas às condições climáticas e de solo de cada região brasileira, e na utilização parcimoniosa de insumos.

Sistemas silvipastoris (SSP) constituem uma modalidade de sistema agroflorestal, com base nos tipos de componentes, que combinam forrageiras, árvores e criação de animais em uma mesma área, por meio da conservação/manutenção de árvores previamente existentes, pelo plantio de árvores ou pela condução da regeneração da vegetação natural (NAIR, 1993; ALMEIDA *et al.*, 2016).

Devido ao processo histórico de ocupação das terras no Brasil, da tecnologia empregada para a formação das pastagens, uso de correntão *e.g.*, a quase totalidade dessas áreas é desprovida de árvores. Apesar disso, alguns pecuaristas, seja por consciência ambiental, conhecimento empírico, ou aspectos culturais, costumam deixar as algumas árvores comporem as paisagens agropecuárias formando sistemas silvipastoris.

Grande parte dos cobenefícios gerados pela aplicação de tecnologias que visam à mitigação dos GEEs, se não a sua totalidade, é amparada por evi-

dências científicas, e podem servir tanto para validar (e garantir) os efeitos mitigatórios quanto à qualidade do produto originado. Este processo, estruturado sob a forma de cadeia de valor, é, na ótica moderna de comercialização global, o principal mecanismo de equacionamento do problema de assimetria de informação sobre o tema, que assola o setor agropecuário. Entretanto, para que atinja este escopo, faz-se necessário uma estrutura de governança bem planejada, capaz de fornecer os incentivos e controles necessários para a sustentação da estratégia de diferenciação.

Neste sentido, na busca pela oferta de mais uma alternativa de agregação de valor aos produtos cárneos produzidos com foco na sustentabilidade, foi criada a marca-conceito “Carbono Nativo”. Nesta, busca-se valorizar a presença de árvores nativas nas áreas de pastagens, e seus cobenefícios intangíveis.

Entretanto, apropriar base científica que possibilitasse estimativas relativamente rápidas, embora igualmente confiáveis, do conteúdo de carbono acumulado nas árvores nativas, constituiu-se um grande desafio tecnológico e científico, tendo em vista a diversidade dos biomas brasileiros e, conseqüentemente, das espécies arbóreas nativas aptas a integrar sistemas do tipo silvipastoril. Assim, a partir de indicadores científicos estabelecidos por especialistas com variadas formações acadêmicas, foram definidos critérios e parâmetros presentes em pastagens com árvores que deveriam ser considerados, pois se enquadravam nos preceitos da marca-conceito “Carbono Nativo” (MAURO *et al.*, 2020). Estes serão descritos com detalhes nas seções correspondentes deste documento.

Construção da Marca-Conceito

Para o desenvolvimento das diretrizes (versão 1.0) da marca-conceito “Carbono Nativo” foi realizado um workshop para definição do conceito e de suas bases científicas conceituais, a exemplo do realizado para a marca-conceito “Carne Baixo Carbono”. O workshop foi intitulado “Oficina Diretrizes da marca-conceito Carbono Nativo (CN)”, e realizado em Campo Grande (MS), em 11 e 12 de junho de 2019. Contou com a participação de equipe técnica multidisciplinar, proveniente de 16 unidades da Embrapa, sob coordenação da Embrapa Gado de Corte.

As diretrizes foram construídas durante o workshop, baseadas nas experiências dos pesquisadores e técnicos envolvidos com o tema, e depois também expandidas com aquelas oriundas de marcas já registradas pela Embrapa que são Carne Carbono Neutro (CCN) (ALVES *et al.*, 2015) e Carne Baixo Carbono (CBC) (ALMEIDA e ALVES, 2020), uma vez que algumas regras são consenso para se alcançar os objetivos de mitigação e/ou neutralização das emissões de GEE.

Conceito da marca

Carbono Nativo é uma marca-conceito (Figura 1) que visa assegurar a mitigação e/ou neutralização de carbono na produção de carne bovina em ambientes com a presença de árvores nativas.

A marca-conceito Carbono Nativo poderá ser utilizada para carnes bovinas frescas, congeladas ou transformadas, para mercado interno e para exportação, e deve satisfazer às disposições aqui mencionadas, quanto ao sistema de produção, origem e qualidade, bem como às indicações de uso da mesma.

O logo da marca-conceito “Carbono Nativo” é simbolizado por uma seta circular que representa a fixação, neutralização e reciclagem do carbono, com alusão à letra “C”.

O logo segue o padrão das outras marcas já registradas pela Embrapa que são Carne Carbono Neutro (CCN) e Carne Baixo Carbono (CBC) (ALVES *et al.*, 2015; ALMEIDA e ALVES, 2020).

A cor verde simboliza a neutralização das emissões de GEEs dos sistemas de produção de carne bovina, por meio do sequestro e fixação de carbono proporcionado pelo componente arbóreo aqui representado por uma árvore. A árvore e as aves simbolizam a preocupação com a manutenção da biodiversidade assim como os serviços ambientais e/ou ecossistêmicos que esses sistemas proporcionam.

A cor preta simboliza as emissões de GEEs do sistema representadas, de forma estilizada, pelo cupim de um bovino, *Bos taurus indicus* Linnaeus, 1758. A marca-conceito Carbono Nativo não se restringe exclusivamente a nenhuma raça bovina. Todas as raças podem ser candidatas ao recebimento do selo.

A principal finalidade é que a carne produzida nas propriedades seja originária de bovinos que tiveram suas emissões de metano entérico mitigadas e/ou neutralizadas durante o processo de produção da mesma. Os cálculos do balanço se baseiam na presença das árvores nativas nos sistemas de forma aleatória ou ordenada, incluindo aceiros arborizados, cercas vivas e aléias. Os sistemas que são passíveis desta certificação são o *silvipastoril*, ou integração pecuária-floresta (IPF), e *agrossilvipastoril*, ou integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF).

A divulgação pública do selo será efetuada por meio de órgãos reguladores, de fomento e representativos das cadeias produtivas, com suporte técnico da Embrapa.

Após essas explicações iniciais dividimos essa publicação em quatro partes que abordam os seguintes componentes: o elemento arbóreo, a pastagem, o solo e os animais criados nesse sistema.



Figura 1. Logo da marca-conceito “Carbono Nativo”, versão em português.

Componente vegetação: o elemento arbóreo na marca conceito Carbono Nativo

Para uma área ser considerada Carbono Nativo deverá seguir a definição de Sistemas Silvopastoris com árvores nativas, no qual é considerada a interação animal, árvores e pastagens.

Os sistemas silvipastoris no Brasil são criados a partir de árvores remanescentes do processo de abertura/formação dos pastos (desmatamento seletivo), árvores provenientes da regeneração natural, ou árvores provenientes de plantio. Nos dois primeiros modelos a densidade arbórea é variada e a riqueza de espécies pode ser grande, no terceiro modelo, a organização é sistemática e com densidade pré-determinada, com diversidade variável.

Uma regra fundamental é que as árvores e/ou bosquetes existentes, ou formados, devem estar distribuídos em toda a área a ser certificada, preenchendo espacialmente a paisagem e não somente uma pequena porção.

São passíveis de obter o selo a produção animal da propriedade ou, ainda, um sistema misto no qual se obtenham produtos, comercializáveis ou não, tanto do componente florestal quanto do animal.

Qualquer área candidata a marca-conceito Carbono Nativo primeiramente deverá realizar o registro de manejo das árvores nativas nos órgãos ambientais estaduais competentes para evitar restrições no uso posterior dos produtos madeiráveis.

O propósito do componente arbóreo de um sistema silvipastoril que pretende receber o selo Carbono Nativo pode ser de acordo com tipo de utilização pretendida, como p. ex. produtos madeireiros e/ou não madeireiros, como resinas, apícola etc., ou ainda serviços ambientais quer seja aqueles para a biodiversidade, conservação de solo e água, sequestro de carbono, conforto térmico do rebanho, entre outros.

Quanto à escolha das árvores não há limites quanto ao número e altura mínima de árvores para serem registradas nas áreas elegíveis. O componente arbóreo deve ser necessariamente oriundo dentro da sua ocorrência natural, ou seja, dentro do bioma. O sistema silvipastoril pode ser formado por uma

espécie nativa, p. ex. pequi (nome científico: *Caryocar brasiliense*), cumbaru ou baru (nome científico: *Dipteryx alata*), etc., ou por várias espécies nativas. O objetivo maior da presença de árvores é o favorecimento da produção sustentável de carne através da fixação de carbono, bem estar animal, incremento e manutenção da biodiversidade e produção de pastagem.

As medições a serem adotadas devem levar em conta os preceitos dendrométricos nos estudos fitossociológicos. O diâmetro é medido através do DAP (diâmetro à altura do peito) tomado a 1,30 m acima do nível do solo. Esta é uma medida internacionalmente adotada devido a facilidade de obtenção e alta correlação com o volume de biomassa. Outra vantagem é que geralmente o tronco de árvores tropicais, a esta altura, está livre de tortuosidades (SILVA e PAULA NETO, 1979; VEIGA, 1984).

Na Oficina, para definição das diretrizes do CN, optou-se pela mensuração de todos os indivíduos arbóreos vivos com DAP ≥ 3 cm, assim como serão anotadas a altura total dos mesmos. Por ocasião do levantamento total, serão registrados os locais das árvores vivas e mortas e também as recrutas, ou seja, aquelas promissoras com a espécie devidamente identificada. Estas futuramente contribuirão para a composição da paisagem. Serão calculados o estoque de carbono do fuste das árvores (ton) e o volume de madeira total com casca (m^3), de acordo com os cálculos aceitos pelo IPCC (AREVALO *et al.*, 2002; ZANETTI, 2008; OLIVEIRA, 2011; OLIVEIRA *et al.*, 2011).

Para fins de estimativa do carbono fixado no componente arbóreo, no CN somente serão mensuradas as variáveis dendrométricas:

- DAP: Diâmetro a 1,30 m ao nível do solo (cm);
- Ht: Altura total da árvore (m).

Nas áreas que serão consideradas como sistemas CN (piquetes, poteiros, invernadas) deverão ser contabilizadas todas as árvores nativas com DAP ≥ 3 cm. O somatório da cobertura das copas, originado da soma da área da copa projetada verticalmente no solo, deve ser igual ou maior (\geq) a 10% por hectare.

O limite superior da quantidade de árvores existentes nas áreas de CN será aquele no qual a produção de forrageiras não seja afetada negativamente pelas sombras das copas dos elementos arbóreos.

As avaliações das árvores serão realizadas a cada dois anos para quantificar a área de projeção das copas. A cada cinco anos um inventário será realizado para o cálculo de estoque de carbono.

Não será considerado o destino da madeira produzida pelo manejo de copas (podas, desramas, etc.). Não haverá restrições de uso dessa biomassa retirada. Para o aproveitamento de árvores secas e manejo florestal serão utilizados os parâmetros adotados pelo Código Florestal Brasileiro que trata desse tema.

A avaliação da contribuição das raízes das árvores, neste momento, não será computada especificamente quanto ao aporte de carbono (C) no solo. A contabilização do carbono será realizada somente a partir do fuste das árvores.

A quantidade mínima de CO₂ mitigado, na marca-conceito Carbono Nativo, será dependente da emissão potencial de uma pecuária otimizada considerando a metade das emissões, ou seja, 50% das emissões. Baseando-se na metodologia praticada na marca-conceito Carne Baixo Carbono (CBC) devemos estabelecer três níveis de mitigação nas seguintes estratificações: categoria C = até 25%, categoria B = de 26 a 75% e categoria A = acima de 75% de mitigação (ALVES *et al.*, 2015; ALMEIDA e ALVES, 2020).

Quando o plano de manejo recomendar o corte de árvores (ILPF) para aproveitamento da madeira, o período a ser realizado dependerá do monitoramento e do plano em questão.

Os sistemas silvipastoris com plantios de espécies nativas nos biomas nos quais elas ocorrem p. ex. paricá (nome científico: *Schizolobium amazonicum*) na Amazônia, por ser espécie nativa do bioma, serão candidatos ao selo Carbono Nativo. No entanto, plantios de paricá no bioma Cerrado não serão considerados Carbono Nativo. Outro exemplo de sistema silvipastoril com árvore nativa no bioma Cerrado, onde predomina uma espécie, é aquele formado por pequi-zeiros (*Caryocar brasiliense*) (WISINTAINER, 2013; FAVARE *et al.*, 2018).

Em cada bioma propriedades que tenham pastagens com árvores nativas serão elegíveis para a obtenção do selo CN. As árvores podem ser originadas de plantios ou de regeneração natural.

Componente vegetação: as pastagens na marca conceito Carbono Nativo

Nas áreas candidatas à obtenção da marca-conceito as pastagens podem ser de qualquer espécie ou cultivar. A altura das pastagens deve ser mantida dentro do limite recomendado para cada espécie/cultivar. A amostragem de altura da pastagem, utilizando a régua de manejo, deve ser feita uma vez por estação (primavera, verão, outono e inverno) e de cobertura do solo (mínimo de 75%), na estação de crescimento (COSTA e QUEIROZ, 2017).

Devido à necessidade dos animais permanecerem no sistema CN durante todo o período da fase de recria até a sua terminação, uma área reserva com pastagem adequada deverá ser prevista e mantida para o caso de ocorrer algum imprevisto como p.ex. seca severa, ou para manter a taxa de lotação adequada na época das águas.

Na ocasião da entrada dos animais na área, a cobertura do solo deve ser de no mínimo 90% para cultivares estoloníferas (p. ex. gênero *Cynodon* como grama-estrela, grama bermuda e seus híbridos; *Urochloa humidicola* cv. BRS Tupi, etc.) e de 70% para cultivares cespitosas (p. ex. *Panicum maximum* cv. Massai, *Urochloa brizantha* cv. Marandu, *U. brizantha* cv. Xaraés, *U. brizantha* cv. Piatã, etc.).

Não há recomendações e restrições neste momento para pastagens nativas a serem utilizadas para a obtenção do Carbono Nativo. É também desejável a utilização de leguminosas nas pastagens como p. ex. *Stylosanthes*, *Trifolium*, *Arachis*, devido ao aporte de nitrogênio no solo, no entanto neste momento não há restrições ou recomendações específicas para o uso.

O manejo das pastagens devem seguir as orientações de acordo com o bioma como p. ex. Genro e Silveira (2018) para as pastagens no sul, Dias-Filho (2012) e Andrade *et al.* (2014) para a região amazônica e para a região tropical como um todo Pereira *et al.* (2018).

Componente solo na marca conceito Carbono Nativo

A propriedade que pretende obter o selo passará por uma avaliação prévia por um profissional especializado e treinado para essa tarefa. Na avaliação preliminar serão observadas as boas práticas de manejo dos animais assim como de conservação de solo e água (ZONTA *et al.*, 2012; CATI, 2014).

As amostragens de solo devem seguir as orientações CCN (ALVES *et al.*, 2015) e CBC (ALMEIDA e ALVES, 2020), e devem ser realizadas antes da implantação como referencial do estado de conservação da área. Após a entrada no programa essas amostragens serão realizadas a cada dois anos. As amostragens serão realizadas sempre ao final do período chuvoso quando o perfil do solo estiver uniforme, que é resultado da umidade proporcionada pela precipitação pluvial.

As primeiras análises de solo, que serão utilizadas na preparação da área candidata a CN, servem para adequar as recomendações de corretivos e adubação (caso necessário) e verificar se o teor de carbono do solo está no nível adequado para entrada no programa. Para a correção e adubação do solo com pastagens deverão ser seguidos os manuais de recomendações de acordo com o solo e região do país (WERNER, *et al.*, 1996 ; CQFSRS/SC, 2004; VILELA *et al.*, 2004; MARTHA Jr. *et al.*, 2007; PEREIRA *et al.*, 2018).

As análises físicas, químicas para fins de fertilidade do solo e da matéria orgânica do solo (MOS) serão avaliadas por amostragens realizadas em duas profundidades, 0-20 cm e 20-40 cm, sendo estratificada a cada 10 cm, seguindo os protocolos preconizados pelos selos CCN e CBC. Essas profundidades são padronizadas também com relação à avaliação dos teores de C no solo.

A fertilidade do solo deve ser mantida de acordo com o recomendado para a espécie/cultivar de gramíneas utilizadas como pastagem. A textura do solo é específica de cada empreendimento.

Para o monitoramento do carbono no solo, micronutrientes e matéria orgânica as amostragens serão realizadas a cada dois anos. Serão ainda avaliadas, na elaboração das diretrizes, as possibilidades de solicitar análises anuais,

até o terceiro ano, nos solos de textura arenosa, devido a rápida variação que ocorre nos teores de micronutrientes e matéria orgânica.

Como já informado, a contribuição das raízes das árvores, neste momento, não será computada para o aporte de carbono (C) no solo, sendo computado somente o carbono contido no tronco das árvores.

Sobre o efeito do sistema radicular das pastagens entende-se que essas amostragens, devido à padronização existente, já incluem as raízes das gramíneas, pois o processo de separação dessas raízes é minucioso e moroso dificultando o cômputo das mesmas.

Devido à presença de árvores no sistema, as quais podem interferir no aporte de carbono ao solo, em cada “área delimitada para amostragem” será coletada uma amostra composta sob a copa das árvores (posição central entre a borda da copa e o tronco) e outra na área sem árvores. Será então calculada a média ponderada, considerando a percentagem da área ocupada com e sem árvores, para obtenção da média final do teor de carbono do solo. Um exemplo, cálculo de C em uma área com 15% de cobertura vegetal:

Teor de C total da área = (C do solo sob as árvores x 0,15) + (C do solo área sem árvores x 0,85)

O uso de fertilizantes, caso seja realizado somente nos espaços fora da projeção da copa das árvores, não haverá necessidade de fazer média ponderada.

Está prevista a estimativa do estoque de Carbono nas camadas de 0 a 20 cm e de 20 a 40 cm de profundidade, calculados a partir das camadas avaliadas. A coleta em camadas estratificadas, a cada 10 cm, será aplicada para satisfazer outros cálculos, quando necessários. Os cálculos dos estoques estarão disponíveis, caso seja necessário, para atender a padrões internacionais como o IPCC, com os valores de densidade, obtidas por pedotransferência, seguindo os mesmos critérios dos selos CCN e CBC (ALVES *et al.*, 2015; ALMEIDA e ALVES, 2020).

Para o protocolo CN será adotado um valor de base do estoque de Carbono no início das avaliações. Não será considerada uma taxa de acúmulo anual ou ao longo do tempo. Neste selo poderão ser incluídas também propriedades mantidas com sistemas menos intensivos e com menor uso de insumos,

o que nem sempre irá levar a aumentos do estoque de carbono do solo até o nível de saturação.

Na primeira aproximação da marca-conceito não será computado o estoque de carbono do solo na contabilidade de neutralização das emissões. A propriedade apenas terá o compromisso de manter um estoque mínimo para permanecer no programa. Será monitorada apenas a manutenção dos estoques, que poderão ser menores do que o valor medido inicialmente, dentro de uma faixa aceitável, a ser estabelecida em função da variabilidade esperada para os teores de carbono no solo entre as amostragens. Abaixo dessa faixa aceitável, teremos uma faixa de tolerância, onde será emitida, pela certificadora, uma advertência por não conformidade.

Em uma segunda aproximação, as diretrizes determinarão a quantidade de carbono a ser considerada adequada para cada textura de solo em cada bioma brasileiro.

Para o Cerrado, com base no levantamento desenvolvido para o CBC, serão indicados os valores mínimos de carbono para aderir ao programa (Tabela 1), e as tabelas de recomendação de correção e fertilização do solo para as pastagens. Para os outros biomas (Amazônia, Mata Atlântica, Pantanal, Cerrado, Caatinga e Pampa) serão coletados dados novos e/ou avaliados os já existentes.

Tabela 1. Interpretação de análise de solo para teores de carbono, em porcentagem de matéria orgânica do solo (MOS), na camada de 0 a 20 cm de profundidade em função da classe textural, na região do Cerrado (ALMEIDA e ALVES, 2020).

Textura ²	Teor de carbono no solo (%) ¹			
	Baixo	Médio	Adequado	Alto
Arenosa	< 0,46	0,46 a 0,58	0,59 a 0,87	> 0,87
Média	< 0,92	0,92 a 1,16	1,17 a 1,74	> 1,74
Argilosa	< 1,39	1,39 a 1,74	1,75 a 2,61	> 2,61
Muito argilosa	< 1,62	1,62 a 2,03	2,04 a 3,02	> 3,02

¹ Obtido após transformação da porcentagem de matéria orgânica do solo (MOS).

² Classificação textural de acordo com Embrapa (2018b): Arenosa: 60% de argila.

Fonte: Adaptado de Sousa e Lobato (2004).

Componente animal na marca conceito Carbono Nativo

Para a certificação da carne produzida nesses sistemas, foram formuladas diretrizes, para que o produto final tenha a qualidade intrínseca reconhecida por todos.

Para serem considerados para fins de certificação CN os animais podem ser oriundos de sistemas de cria-recria-terminação (ciclo completo) ou recria-terminação. Os mesmos devem atender a requisitos que contemplam recomendações pré-determinadas quanto ao seu manejo e nutrição.

O gado bovino que será utilizado nas áreas consideradas aptas a receberem a marca-conceito CN devem ainda observar alguns outros requisitos:

- Os bovinos não terão restrições quanto às raças e seus cruzamentos e também sexo dos animais.
- Os animais participantes devem entrar no sistema com até dez meses de idade e para manter a certificação da carne, só podem sair do sistema para o abate, ou para outra área certificada como CN.
- Será permitida a manutenção dos animais fora do sistema por período máximo equivalente a 10% do período total do ciclo de produção, desde que devidamente registrada e informada à certificadora.
- Todos os animais devem ser mantidos no sistema com identificação individual, distinta daquela utilizada no restante da propriedade, não sendo aceita identificação por marca a fogo.
- Os animais devem permanecer no sistema o tempo suficiente para produzirem nele o mínimo de 50% do seu peso vivo ao abate. Serão aceitos para abate CN animais com maturidade fisiológica máxima ao abate equivalente a quatro dentes incisivos definitivos, com exceção de machos inteiros que devem ser abatidos com no máximo dois dentes incisivos definitivos.
- Não será permitido o regime de confinamento.

- Será aceito o regime de semi-confinamento (fornecimento de suplementação acima de 0,8% do peso vivo) por no máximo 120 dias.
- 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 recomenda-se o uso de suplementação energética ou semi-confinamento (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 que a forragem tenha participação significativa na dieta ingerida, por se tratar de carne do tipo “carne de animais alimentados a pasto”. Demais detalhes sobre os procedimentos de suplementação podem ser obtidos em Medeiros e Gomes (2012).
- Não será permitido o uso de promotores de crescimento antibióticos na alimentação. Os animais poderão receber suplementação mineral, proteica, proteico-energética e/ou energética (semi-confinamento), em quantidades pré-estabelecidas.
- 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 unidade da federação, observando-se os períodos de carência obrigatórios, específicos para cada produto/medicamento.
- 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.

Considerações finais

A mitigação de gases de efeito estufa (GEE) é cada vez mais uma meta a ser cumprida nas mais diversas atividades econômicas que se utilizam dos recursos naturais no Brasil. Com a bovinocultura de corte não é diferente. Aqui apresentamos a marca-conceito Carbono Nativo que trará ao pecuarista brasileiro uma alternativa de produção de carne, com responsabilidade ambiental e mitigação/neutralização das emissões de GEEs em sistemas silvipastoris com árvores nativas nos biomas brasileiros, Cerrado, Amazônia, Caatinga, Pantanal, Campos Sulinos e Mata Atlântica.

Para a obtenção do Selo Carbono Nativo (CN) o pretendente deverá atender a todos os pré-requisitos e parâmetros inerentes ao conceito estabelecido em diretrizes específicas aqui descritas em sua primeira versão. E depois, em suas versões atualizadas, de caráter geral, válido nacional e internacionalmente, para o produto final, que são a carne bovina e seus derivados, e produtos madeiráveis.

As etapas mínimas necessárias para a obtenção do mesmo são:

- 1) Compromisso de adoção de implantação de projeto de sistema de IPF/ILPF: com base no Plano ABC+ e nos documentos orientadores da Embrapa, com escolha do sistema de produção a ser mitigado/neutralizado. O sistema deve necessariamente partir de um sistema de produção com base em pastagens estabelecidas com forrageiras herbáceas (linha de base) e presença de árvores nativas;
- 2) Avaliação técnica da emissão de carbono: com base nos índices zootécnicos da propriedade, considerando a emissão de GEEs por animal indicada em documento-referência do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC, 2006) ou de órgãos federais de competência (linha de base);
- 3) Cálculo do carbono fixado: a partir de inventários florestais regulares, será calculado o estoque de carbono fixado nos fustes das árvores do sistema, conforme metodologias para sequestro de carbono por árvores, estabelecidas pela Embrapa Florestas (AREVALO *et al.*, 2002; ZANETTI, 2008; OLIVEIRA, 2011), baseados no IPCC;

4) Cálculo da mitigação/neutralização das emissões: a partir da avaliação técnica da emissão de metano e do cálculo do carbono fixado no fuste das árvores do sistema de IPF/ILPF, o qual obrigatoriamente deve conter o componente arbóreo nativo, será calculado o saldo de carbono (em CO₂ eq.) do sistema.

O Brasil pretende alcançar a neutralidade climática até 2050 em toda sua economia. Para isso fortalece as ações já assumidas e elabora novas. Todas as ações são contempladas na Contribuição Nacionalmente Determinada (CND, ou NDC – sigla em inglês para *Nationally Determined Contribution*), assumida via Acordo sobre Mudança do Clima no âmbito da UNFCCC. Um bom exemplo no período pré-2020 é ampliação de sistemas de integração lavoura-pecuária-florestas (ILPF), com uma promessa de 5,0 milhões de hectares até 2030, sendo que no período de 2010 a 2020, foi alcançado 11,9 milhões de hectares. A Embrapa, nesse sentido, vem oferecendo alternativas para o cumprimento dessas metas através do desenvolvimento de novas ações como o Carbono Nativo.

Referências

- ALMEIDA, R. G.; JUNIOR, D. N.; EUCLIDES, V. P. B.; MACEDO, M. C. M.; FONSECA, D. M.; BRÂNCIO, P. A.; NETO, A. F. G. Disponibilidade composição botânica e valor nutritivo da forragem de pastos consorciados, sob três taxas de lotação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 32, n. 1, p.36-46, 2003.
- ALMEIDA, R. G.; PACIULLO, D. S.; CARNEVALLI, R. A.; CASTRO, C. T. R.; MONTAGNER, D. B.; PEDREIRA, B. C. Manejo do pastejo em sistemas silvipastoris. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM, 2016, Viçosa. **Anais**. Viçosa: UFV, 2016. 8: 199-229.
- ALMEIDA, R. G.; GOMES, R. C.; SILVA, V. P.; ALVES, F. V.; FEIJÓ, G.L.D.; FERREIRA, A. D.; OLIVEIRA, E.; BUNGENSTAB, D. J. Carbon Neutral Brazilian Beef: testing its guidelines through a case study. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON GREENHOUSE GASES IN AGRICULTURE, 2, 2016, Campo Grande, MS. **Proceedings...** Campo Grande, MS: Embrapa Gado de Corte, 2016. p. 277-281.
- ALMEIDA, R. G.; ALVES, F. V. 2020. Diretrizes Técnicas para Produção de Carne com Baixa Emissão de Carbono Certificada em Pastagens Tropicais: Carne Baixo Carbono (CBC). (**Documentos 280**). Embrapa Gado de Corte. Campo Grande, MS, Brasil. 36 p.
- ALVES, F. V.; ALMEIDA, R. G.; LAURA, V. A. 2015. Carne Carbono Neutro: um novo conceito para a carne sustentável produzida nos trópicos (**Documentos 210**). Embrapa Gado de Corte, Campo Grande, MS, Brasil. 29 p.

ANDRADE, C. M. S. de; WADT, P. G. S.; ZANINETTI, R. A.; VALENTIM, J. F. . Recomendação de Calagem e Adubação para Pastagens no Acre. Rio Branco: Embrapa Acre, 2014 (**Circular Técnica**).

AREVALO, L. A.; ALEGRE, J. C.; VILCAHUAMAN, L. J. M. Metodologia para estimar o estoque de carbono em diferentes sistemas de uso da terra. Colombo, PR: Embrapa Florestas, 2002. 41 p. (Embrapa Florestas. **Documentos**, 73).

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Plano setorial para adaptação à mudança do clima e baixa emissão de carbono na agropecuária com vistas ao desenvolvimento sustentável (2020-2030): visão estratégica para um novo ciclo /** Secretaria de Inovação, Desenvolvimento Rural e Irrigação. Brasília: MAPA, 2021.

BRUZIGUESSI, E. P. Árvores nativas do Cerrado na pastagem: por quê? Como? Quais? **Tese** de doutorado (Ecologia), Universidade de Brasília. 2016.

CAMPOS, N. R.; PACIULLO, D. S. C.; BONAPARTE, T. P.; NETTO, M. M. G.; CARVALHO, R. B.; TAVELA, R. C.; VIANA, F. M. F. Características morfogênicas e estruturais da *Brachiaria decumbens* em sistema silvipastoril e cultivo exclusivo. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, supl. 2, p.819-821, 2007.

CASTRO, C. R. T.; PACIULLO, D. S. C. Boas práticas para a implantação de sistemas silvipastoris. Juiz de Fora, MG: Embrapa Gado de Leite, 2006. 6 p. (Embrapa Gado de Leite. **Comunicado Técnico**, 50).

CATI. Comissão Técnica de Conservação do Solo. Boas Práticas em Conservação do Solo e da Água. Coordenado por Mário Ivo Drugowich, Campinas, CATI 2014. 38p. ilus. 23cm (**Manual Técnico**, 81).

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO. CQFS-RS/SC. **Recomendações de adubação e de calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. 10. ed. Passo Fundo, RS: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Núcleo Regional Sul, 2004. 401 p.

COSTA; J. A. A.; QUEIROZ, H. P. Régua de manejo de pastagens: edição revisada. Campo Grande, MS: Embrapa Gado de Corte, 2017. 7 p. DIAS-FILHO, M. B. Formação e manejo de pastagens. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2012. 9 p. (**Comunicado Técnico**, 235).

DIAS-FILHO, M. B. Formação e manejo de pastagens. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2012. 9 p. (**Comunicado Técnico**, 235).

DIAS-FILHO, M. B. 2015. Estratégias para recuperação de pastagens degradadas na Amazônia brasileira. (**Documentos 411**). Embrapa Amazônia Oriental, Belém, PA, Brasil. 25 p.

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

FAO. 2019. Measuring and modelling soil carbon stocks and stock changes in livestock production systems: Guidelines for assessment (Version 1). Livestock Environmental Assessment and Performance (LEAP) Partnership. Rome, FAO.

FAVARE, H.; TSUKAMOTO FILHO, A.; BRITO DA COSTA, R. ABREU, J.; PASA, M.; FAVARE, L. 2018. Desempenho de forrageiras em sistema silvipastoril com *Caryocar brasiliense* Camb. **Cultura Agrônômica**. 27 (3): 340-353.

FAVARE, H.; TSUKAMOTO FILHO, A.; ABREU, J. G.; FAVARE, L. G.; COSTA, R. B.; PASA, M. C.; COUTO, L. 2018. Produção de forragem e distribuição espacial de árvores de pequi em sistemas silvipastoril. **Nativa**. 6 (vol. especial): 714-721.

GARCIA, R.; COUTO, L. Silvipastoral systems: emergent technology of sustainability. In: Gomide, J. A., ed. **Simpósio internacional sobre produção animal em pastejo**, Viçosa. Viçosa: Depto. Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa, 1997.

GENRO, T. C. M.; SILVEIRA, M. C. T. **Uso da altura para ajuste de carga em pastagens**. Bagé, RS: Embrapa Pecuária Sul, 2018. 17 p.

GONZAGA, S. S.; SANTOS, J. L. S. A.; DAMBORIARENA, E.; FIGUEIREDO, P. C.; RIEZ, J. E.; LUZ, J. C.; FILIPINI, V. T. Boas práticas agropecuárias: ambiência e bem-estar animal. Bagé (RS): EMBRAPA, **Circular técnica 43**, 2011.

HANISCH, A. L.; RADOMSKI, M. I.; BONA, L. C.; MARQUES, A. C. Melhoria da produção animal em áreas de caíva e sua contribuição para a viabilização de corredores ecológicos. DRd - Desenvolvimento Regional em Debate 2016; 6(2): 170-188.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual Técnico da Vegetação Brasileira**. 2ªed. revisada e ampliada. 2012. 271p.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. 2006. IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Japan: **IGES**, 2006. v. 4.

LOMBARDI NETO, F.; DRUGOWICH, M. I., coordenadores, **Manual Técnico de Manejo e Conservação do Solo e Água**, vol. 38, 39, 40, 41 e 42. Campinas, CATI, 1994

MAPA. 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). Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Ministério do Desenvolvimento Agrário, coordenação da Casa Civil da Presidência da República. Brasília: Mapa/ACS, 2012b. 173 p.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Brasil antecipa meta de reduzir emissão de CO₂ com a agropecuária sustentável. 12/12/2018. Acesso em : dezembro de 2019.

MARTHA JÚNIOR, G. B.; VILELA, L.; SOUSA, D. M. G. **Cerrado: uso eficiente de corretivos e fertilizantes em pastagens**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2007. 224 p.

MAURO, R. A.; SILVA, M. P.; ALVES, F.V.; ALMEIDA, R. G.; LAURA, V. A.; SILVA, V. P. Carbono Nativo: nova marca-conceito que valoriza sistemas silvipastoris com árvores nativas. Campo Grande, MS: Embrapa Gado de Corte, 2020. 6p. (Nota Técnica).

MEDEIROS, S. R.; GOMES, R. C. Suplementação de bovinos de corte na integração lavoura-pecuária-floresta. In: BUNGENSTAB, D. J. (Ed.). **Sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta: a produção sustentável**. 2. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2012. p. 155-175.

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

MMA. Ministério do Meio Ambiente. "Diretrizes para uma estratégia nacional para neutralidade climática". Ministério do Meio Ambiente. Brasília, DF: MMA, 2022. 19 p.

MONTOYA, L. J.; MEDRADO, M. J. S.; MASCHIO, L.M. DE A. Aspectos de arborização de pastagens e viabilidade técnica-econômica da alternativa silvipastoril . In. SEMINARIO SOBRE SISTEMAS AGROFLORESTAIS NA REGIAO SUL DO BRASIL, 1., Colombo. Colombo: Embrapa-CNPF, 1994, p. p.157-172.

NAIR, P. K. R. An introduction to agroforestry. Dordrecht: **Kluwer Academic**, 1993. 499p.

OLIVEIRA, E. B. Softwares para manejo e análise econômica de plantações florestais. Colombo, PR: Embrapa Florestas, ago. 2011. 68 p. (**Documentos, 216**).

OLIVEIRA, E. B.; NAKAJIMA, N. Y.; CHANG, M.; HALISKI, M. Determinação da quantidade de madeira, carbono e renda da plantação florestal. Colombo, PR: Embrapa Florestas, 2011. 37 p. (Embrapa Florestas. **Documentos, 220**).

OLIVEIRA, E. B.; CARDOSO, D. J. ; FRANCISCON, L. Silvicultura de precisão em unidades de manejo de plantações florestais. In: BERNARDI, A. C. de C.; NAIME, J. de M.; RESENDE, A. V. de; BASSO, L. H.; INAMASU, R. Y.. (Org.). **Agricultura de precisão: resultados de um novo olhar**. 1ed. Brasília: Embrapa, 2014, v. 1, p. 478-483.

OLIVEIRA, T. K.; LUZ, S. A. ; SANTOS, F. C. B.; OLIVEIRA, T. C.; LESSA, L. S.. Crescimento de espécies arbóreas nativas em sistema silvipastoril no Acre. Amazônia: Ci. & Desenv., Belém, v. 4, n. 8, jan./jun. 2009

PACIULLO, D. S. C.; CARVALHO, C. A. B. de; AROEIRA, L. J. M.; MORENZ, M. J. F.; LOPES, F. C. F.; ROSSIELLO, R. O .P. Morfofisiologia e valor nutritivo do capim-braquiária sob sombreamento natural e a sol pleno. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 4, 2007.

PEREIRA, L. E. T.; NISHIDA, N. T.; CARVALHO, L. R.; HERLING, V. R. **Recomendações para correção e adubação de pastagens tropicais**. Pirassununga: Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da USP, 2018. 56 p.

SANTOS, P.M.; PRIMAVESI, O. M.; BERNARDI, A.C.C. Adubação de pastagens. Bovinocultura de corte. In. Pires, A.V. **Bovinocultura de corte**. Piracicaba: Fealq, 2010 v. I, p. 459-472.

SANTOS, S. A.; FEIDEN, A.; TOFFANI, M.; DE SALLIS, S. M. Sistemas silvipastoris naturais e alterados no Pantanal. **Cadernos de Agroecologia**, [S.l.], v. 4, n. 1, dec. 2009. Disponível em: . Acesso em: dez. 2019.

SANTOS, M. J. C.; SANTOS, F. R. Leguminosas arbustivas-arbóreas em sistema silvipastoril no semiárido sergipano para alimentação de ovinos. **ACSA - Agropecuária Científica no Semi-Árido**, v.07, n 03 abril/junho 2011 p. 25 – 30.

SILVA, J. A. A.; PAULA NETO, F. **Princípios Básicos de Dendrometria**. Recife: UFRPE. 1979. 185 p.

SOUZA, D. M. G.; LOBATO, E. (Ed.) **Cerrado: correção do solo e adubação**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2004. 416 p.

VALLE, E. R. (Ed.). 2011. **Boas práticas agropecuárias: bovinos de corte: manual de orientações**. 2. ed. rev. ampl. Campo Grande, MS: Embrapa Gado de Corte, 69 p.

VARELLA, A. C.; GENRO, T. C.; SANTOS, J. S'A. dos; RIES, J.; LUZ, J. C. da; FACCO, G. 2009. Programa boas práticas agropecuárias em bovinos de corte na Região Sul do Brasil: situação atual e perspectivas. (**Documentos, 87**). Embrapa Pecuária Sul, Bagé, RS, Brasil. 25p.

VEIGA, R. A. A. - **Dendrometria e inventário florestal**. Botucatu, Fundação de Estudos e Pesquisas Agrícolas e Florestais, 1984.

VELOSO, H. P.; RANGEL FILHO, A. L. R.; LIMA, J. C. A. **Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal**. Rio de Janeiro: IBGE, 1991. 123 p.

VILELA, L., SOARES, W. V., SOUSA, D. D.; MACEDO, M. C. M. Calagem e adubação para pastagens na região do Cerrado. **Circular Técnica 37**, 16 p., 1998

VILELA, L.; SOARES, W. V.; SOUSA, D. M. G.; MACEDO, M. C. M. Calagem e adubação para pastagens. In: SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. **Cerrado: correção do solo e adubação**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2004. p. 367-382.

WERNER, J. C.; PAULINO, V. T.; CANTARELLA, H. Recomendação de adubação e calagem para forrageiras. In: RAIJ, B. van; SILVA, N. M.; BATAGLIA, O. C. *et al.* Recomendação de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. Campinas, SP: IAC, 1996. p. 263-271 (**Boletim Técnico, 100**).

WISINTAINER, C. Sistema silvipastoril com forrageiras e pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.). **Dissertação** (Mestrado em Agronomia (Produção Vegetal)) - Universidade Federal de Goiás. 2013. 58 p.

ZANETTI, E. A. O uso do Sispinus/Carboplan como ferramenta de suporte para a estimativa do carbono em atividades de projetos florestais. Colombo, PR: Embrapa Florestas, 2008. 19 p. (Embrapa Florestas. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 39**).

ZONTA, J. H.; SOFIATTI, V.; COSTA, A. G. F.; SILVA, O. R.; R. F.; BEZERRA, J. R. C.; SILVA, C. A. D.; BELTRÃO, N. E. M.; ALVES, I.; JÚNIOR, A. F. C.; CARTAXO, W. V.; RAMOS, E. N.; OLIVEIRA, M. C.; CUNHA, D. S.; MOTA, M. O. S.; SOARES, A. N.; BARBOSA, H. F. Práticas de conservação de solo e água. **Circular Técnica 133** – EMBRAPA - Campina Grande, PB. 2012, p.1 – 24.

Embrapa

Gado de Corte



MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO

