

ELABORAÇÃO DE CENÁRIOS PARA A ÁREA DE ABRANGÊNCIA DO BIOMA CERRADO, CONTRIBUINDO PARA AS DIRETRIZES E ESTRATÉGIAS DE GESTÃO AMBIENTAL E TERRITORIAL DO MACROZONEAMENTO ECOLÓGICO-ECONÔMICO DO BIOMA CERRADO

PRODUTO 4 – CENÁRIOS PROSPECTIVOS CONSOLIDADOS

Projeto Políticas de Monitoramento do Bioma Cerrado
Programa Cerrado Sustentável – Ministério do Meio Ambiente

Ministério do Meio Ambiente - MMA
Fundo Brasileiro para a Biodiversidade - FUNBIO



ELABORAÇÃO DE CENÁRIOS PARA A ÁREA DE ABRANGÊNCIA DO BIOMA CERRADO, CONTRIBUINDO PARA AS DIRETRIZES E ESTRATÉGIAS DE GESTÃO AMBIENTAL E TERRITORIAL DO MACROZONEAMENTO ECOLÓGICO-ECONÔMICO DO BIOMA CERRADO

PRODUTO 4 – RELATÓRIO CENÁRIOS PROSPECTIVOS CONSOLIDADOS

Projeto Políticas de Monitoramento do Bioma Cerrado

Programa Cerrado Sustentável – Ministério do Meio Ambiente

Ministério do Meio Ambiente - MMA

Fundo Brasileiro para a Biodiversidade - FUNBIO

Referências Cadastrais

Título	ELABORAÇÃO DE CENÁRIOS PARA A ÁREA DE ABRANGÊNCIA DO BIOMA CERRADO, CONTRIBUINDO PARA AS DIRETRIZES E ESTRATÉGIAS DE GESTÃO AMBIENTAL E TERRITORIAL DO MACROZONEAMENTO ECOLÓGICO-ECONÔMICO DO BIOMA CERRADO
Localização:	Av. Departamento de Zoneamento Territorial Secretaria de Extrativismo e Desenvolvimento Rural Sustentável Ministério do Meio Ambiente SEPN 505, Lote 2, Bloco B, 1º andar, Sala 105 Brasília-DF, CEP: 70.730-542
Cliente	Ministério do Meio Ambiente - MMA por intermédio do Fundo Brasileiro para a Biodiversidade - FUNBIO
Contatos	Felipe Lima Ramos Barbosa e Bruno Siqueira Abe Saber Miguel
E-mail	felipe.barbosa@mma.gov.br e bruno.miguel@mma.gov.br
Referência	Produto_4_Cenários_Prospectivos_Final_28_10_14

Data do documento: 28 de outubro de 2014

Este documento é composto de 01 (um) volume e está sendo entregue em 01 cópia digital.

ARCADIS Logos S.A

Elaborador:	Daniel Tha e Bruna Bianca Pasquini
Verificador:	Bruna Bianca Pasquini
Aprovador:	Filipe Martines Biazzi

Isenção de Responsabilidade:

Este documento é confidencial, destinando-se ao uso exclusivo do cliente, não podendo ser reproduzido por qualquer meio (impresso, eletrônico e afins) ainda que em parte, sem a prévia autorização escrita do cliente.

Este documento foi preparado pela Arcadis Logos com observância das normas técnicas recomendáveis e em estrita obediência aos termos do pedido e contrato firmado com o cliente. Em razão disto, a Arcadis Logos isenta-se de qualquer responsabilidade civil e criminal perante o cliente ou terceiros pela utilização deste documento, ainda que parcialmente, fora do escopo para o qual foi preparado.

Índice

1.	Cenários para o bioma Cerrado	8
1.1.	Compreensão de Cenários	8
1.2.	Principais contribuições das Oficinas Participativas	9
1.3.	O Processo de Ocupação do Cerrado	12
1.3.1.	Agropecuária: a força propulsora do Cerrado.....	12
1.3.2.	A Teoria da Transição Florestal e o Cerrado	14
1.3.3.	Preponderância Econômica	17
1.3.4.	A Restrição Agropecuária pela Oferta	21
2.	Construção dos Cenários	24
2.1.	Agricultura mecanizada: compreendendo seu histórico e projetando seu futuro.....	24
2.1.1.	Acessos logísticos: determinantes dos vetores de expansão	24
2.1.2.	Projeções do Alívio da Restrição de Oferta	27
2.1.3.	Projeções do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento	32
2.1.4.	Projeções Agregadas para a Agricultura	35
2.1.5.	As projeções da Agricultura e os Cenários.....	36
2.2.	Pecuária: estimativa da produção e lotação	40
2.2.1.	Projeções da Produção da Pecuária	40
2.2.2.	Projeções da Área Ocupada pela Pecuária	41
2.3.	Silvicultura: estimativa da área demandada	46
3.	Articulação dos Cenários no Território	49
3.1.	Componente espacial: hexágono de 10 mil ha.....	49
3.2.	Definição dos Cenários Pessimista e Normativo	54
3.3.	Articulação das Projeções nos Hexágonos	56
4.	Resultados dos Cenários Prospectivos	60
4.1.	O Cerrado em 2010 (Base).....	60
4.1.1.	O Cerrado sob Modelagem Normativa em 2010	64
4.1.2.	A Leitura dos Hexágonos.....	67
4.2.	Cenário Pessimista 2022 e 2030	68
4.3.	Cenário Normativo 2022 e 2030	79
5.	O Papel dos Cenários e do MacroZEE nas Transformações Antevistas	90
5.1.	Limitações do Estudo.....	90
5.2.	Balanço de Áreas	91
5.3.	Uma Leitura de Urgência	94
6.	Bibliografia.....	96
7.	Equipe Técnica	102

Lista de Tabelas

Tabela 2-1 Modelagem da produção agrícola com alívio da restrição logística.....	31
Tabela 2-2 Projeções MAPA (2013) para 2022, estendidas para 2030 e distribuídas nos estados.	35
Tabela 2-3 Projeção do incremento da produção agrícola fruto da tendência antevista pelo MAPA mais o alívio das restrições logísticas.	36
Tabela 2-4 Projeção da área plantada em 2022 e 2030.	38
Tabela 2-5 Efeito poupa-terra projetado para a agricultura, para 2022 e 2030.	39
Tabela 2-6 Projeção da Produção Pecuária em 2022 e 2030.	41
Tabela 2-7 Projeção da área demandada pela pecuária, em 2022 e 2030.	44
Tabela 2-8 Efeito poupa-terra para a pecuária para 2022 e 2030.	45
Tabela 2-9 Projeção da área demandada pela silvicultura, em 2022 e 2030.	48

Lista de Gráficos

Gráfico 1-1 Variação do preço real médio das terras de agricultura (R\$/ha).	20
Gráfico 2-1 Validação do modelo econométrico, apresentando os volumes de produção passado (PAM/IBGE, em mil toneladas) e os resultados do modelo.	28
Gráfico 2-2 Efeito poupa-terra projetado para a agricultura, para 2022 e 2030 em milhões de hectares.	40
Gráfico 2-3 Efeito poupa-terra projetado para a pecuária, para 2022 e 2030 em milhões de hectares.	46
Gráfico 4-1 Quantitativos dos hexágonos no Mapa Base Normativo (2010).	67
Gráfico 4-2 Quantitativos dos hexágonos no Cenário Pessimista de 2022.	74
Gráfico 4-3 Quantitativos dos hexágonos no Cenário Pessimista 2030.	78
Gráfico 4-4 Balanço das áreas no Cenário Pessimista (em mil ha).	79
Gráfico 4-5 Quantitativos dos hexágonos no Cenário Normativo de 2022.	84
Gráfico 4-6 Quantitativos dos hexágonos no Cenário Normativo 2030.	88
Gráfico 4-7 Balanço das áreas no Cenário Normativo (em mil ha).	89
Gráfico 5-1 Balanço das áreas nos Cenários Pessimista e Normativo em 2022 (milhões de ha).92	
Gráfico 5-2 Balanço das áreas nos Cenários Pessimista e Normativo em 2030 (milhões de ha).92	
Gráfico 5-3 Balanço das áreas nos Cenários Pessimista e Normativo em 2030 (%).	93

Lista de Figuras

Figura 3-1 Passo a Passo da análise dos hexágonos no Cenário Normativo.	52
Figura 3-2 Passo a Passo da análise dos hexágonos no Cenário Pessimista.	53

Lista de Mapas

Mapa 4-1 Remanescentes de Cerrado: Base 2010.....	62
Mapa 4-2 Agricultura, Silvicultura e Pastagem: Base 2010.	63
Mapa 4-3 Base 2010: Normativo.	65
Mapa 4-4 Cenário Pessimista 2022: Agricultura e Silvicultura.....	70
Mapa 4-5 Cenário Pessimista 2022: Agricultura, Silvicultura e Pastagem.....	71
Mapa 4-6 Cenário Pessimista 2030: Agricultura e Silvicultura.....	75
Mapa 4-7 Cenário Pessimista 2030: Agricultura, Silvicultura e Pastagem.....	76
Mapa 4-8 Cenário Normativo 2022: Agricultura e Silvicultura.....	81
Mapa 4-9 Cenário Normativo 2022: Agricultura, Silvicultura e Pastagem.....	82
Mapa 4-10 Cenário Normativo 2030: Agricultura e Silvicultura.....	85
Mapa 4-11 Cenário Normativo 2030: Agricultura, Silvicultura e Pastagem.....	86

Lista de Quadros

Quadro 2-1 Comportamento recente das culturas selecionadas nos estados* com Cerrado....	25
Quadro 2-2 Variações esperadas nas redes de transporte.....	30
Quadro 2-3 Projeções para 2023 da Agropecuária Brasileira, MAPA (2013).	33
Quadro 2-4 Taxas anuais de incremento nas culturas selecionadas.	34
Quadro 2-5 Produtividade das culturas consideradas.....	37
Quadro 3-1 Situações Base (2010) e Cenários.	56
Quadro 3-2 Exemplo de articulação do hexágono na Base 2010, Cenário Pessimista e Cenário Normativo.	57
Quadro 4-1 Descritivo Numérico dos Mapas Base.	64
Quadro 4-2 Descritivo Numérico do Mapa Base Normativo 2010.	66
Quadro 4-3 Descritivo Numérico dos hexágonos no Cenário Pessimista 2022.	73
Quadro 4-4 Descritivo Numérico dos hexágonos no Cenário Pessimista 2030.	77
Quadro 4-5 Balanço das áreas no Cenário Pessimista.	78
Quadro 4-6 Descritivo Numérico dos hexágonos no Cenário Normativo 2022.	83
Quadro 4-7 Descritivo Numérico dos hexágonos no Cenário Normativo 2030.	87
Quadro 4-8 Balanço das áreas no Cenário Normativo.	89
Quadro 5-1 Balanço das áreas entre os Cenários Pessimista e Normativo.	91

Apresentação

Este estudo tem por objetivo a elaboração de cenários prospectivos (pessimista e normativo), para os marcos temporais de 2022 e 2030, no âmbito do projeto de Macrozoneamento Ecológico-Econômico (MacroZEE) do Bioma Cerrado¹, contribuindo para as diretrizes e estratégias de gestão ambiental e territorial do bioma.

O MacroZEE está sendo coordenado e elaborado para o bioma Cerrado pela Comissão Coordenadora do Zoneamento Ecológico-Econômico (CCZEE), instituída pelo Decreto s/n de 28 de dezembro de 2001 e coordenada pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA) (§1º, art. 2º), e pelo Grupo de Trabalho Permanente do Zoneamento Ecológico-Econômico (Consórcio ZEE Brasil), colegiado técnico instituído pelo mencionado diploma legal e coordenado pelo MMA. Essa iniciativa atende a competência instituída no Decreto nº 4.297, de 10 de julho de 2002, vinculada ao Poder Público Federal, quando o objeto tiver por recorte territorial biomas brasileiros ou territórios abrangidos por planos e projetos prioritários estabelecidos pelo Governo Federal (art. 6º).

Além do mandato legal, o Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento e das Queimadas (PPCerrado), instituído pelo Decreto de 15 de setembro de 2010 e previsto no âmbito do Programa Cerrado Sustentável (instituído pelo Decreto Federal nº 5.577/2005), também previu, no macro objetivo 12 (Fomentar o Planejamento Territorial do Bioma Cerrado), a ação estratégica 12.1 (Elaborar o MacroZEE do bioma Cerrado), contexto que levou o Poder Público Federal a definir uma estratégia para a elaboração do citado instrumento de planejamento territorial. Dentro desse desenho, foi prevista a contratação de pessoa jurídica para a elaboração dos cenários prospectivos, importante atividade prevista na etapa de prognóstico dos processos de elaboração de Zoneamento Ecológico-Econômico.

Especificamente este produto, **Produto 4 – Relatório dos Cenários Prospectivos Consolidados**, constitui-se na 4ª entrega, cujos antecedentes foram: i) Produto 1 – Relatório do Diagnóstico Estratégico; ii) Produto 2 – Cenários Prospectivos Preliminares; e iii) Produto 3 – Registro das Oficinas Participativas. Estes antecedentes formam a base para sua sequência narrativa, conceitual e metodológica.

No **Produto 1 – Diagnóstico Estratégico da Área de Abrangência do Bioma Cerrado** foi realizada sistematização da análise histórica e da situação atual do bioma, a identificação dos principais vetores que condicionam seu uso e ocupação, o levantamento e mapeamento dos programas, planos e políticas públicas que induzem a dinâmica territorial do Cerrado.

Já no **Produto 2 – Cenários Prospectivos Preliminares** elaboraram-se os cenários prospectivos preliminares para o bioma Cerrado por meio de duas aproximações distintas: a cenarização sob ótica ampla e generalizada (macro para micro), articulando os fluxos globais atuantes no território; e a cenarização local e específica (micro para macro). O objetivo de se

¹ Sua elaboração atende especificidades do Contrato 138/2013 entre o Fundo Brasileiro para Biodiversidade (FUNBIO) e a ARCADIS Logos, conforme Solicitação de Propostas SDP nº: 001/2013.

ter ambas as aproximações é a de responder ao desafio de se dar sentido ao planejamento de longo prazo e de cunho estratégico agregando as óticas *top-down* e *bottom-up* em uma composição entre *hard data* e articulações regionais.

O **Produto 3 – Registro das Oficinas Participativas** teve como foco a descrição das discussões críticas, contribuições e anseios capturados quando da apresentação dos Cenários Prospectivos Preliminares em sua aproximação macro para micro (*top-down*) nas seguintes oficinas:

- 29/07/2014 – Coordenadores Estaduais do Zoneamento Ecológico-Econômico
- 30/07/2014 – Fórum de Secretários Estaduais de Meio Ambiente do Cerrado
- 31/07/2014 – Comissão Executiva do PPCerrado - Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento e das Queimadas no Cerrado
- 01/08/2014 – Movimentos sociais do campo, povos indígenas e comunidades tradicionais - Povos do Cerrado
- 04/08/2014 – Setor Industrial
- 05/08/2014 – Setor Agropecuário
- 06/08/2014 – Terceiro Setor e Academia

Foram contemplados órgãos gestores, autarquias, universidades e organizações civis, perfazendo um grupo heterogêneo de grande conhecimento técnico, político e regional do bioma Cerrado combinando: i) poder - capacidade política e/ou institucional, econômica ou financeira de interferir nas definições e implantação de estratégias para o bioma; ii) legitimidade - capacidade em conseguir anuência às decisões nas definições e implantação de estratégias para o bioma; e iii) urgência - estado de pressa na participação nas decisões, definições e implantação de estratégias para o bioma.

A realização das oficinas participativas atingiu seus objetivos de: i) verificar a validade, pertinência e pressupostos da técnica e do método adotado junto aos diversos participantes; e ii) obter informações específicas de mercado, expectativas, potencialidades, vulnerabilidades e situações de conflito que permitem inferir articulações e especificações regionais frente à dinâmica identificada.

Dessa forma, o presente relatório revisita o Produto 2 sob a luz do Produto 3, revendo os cenários prospectivos preliminares mediante os ajustes de percepção com relação às questões relevantes consideradas responsáveis por influenciar as condições de futuro, identificadas na fase de diagnóstico estratégico e confirmadas / descartadas / discutidas / revisitadas / atualizadas sob a luz das contribuições advindas das oficinas.

Ao consolidar os cenários, o **Produto 4** ora apresentado não revisita a ótica de micro para o macro, ou *bottom-up*, apresentada no Produto 2. Tal exercício não foi objeto de discussão nas oficinas e permanece válido como subsídio para o próximo produto - e final desta contratação - que apresenta uma proposição de desenho de macro zonas para subsidiar o processo de elaboração do Macro Zoneamento Ecológico-Econômico do bioma Cerrado.

Também não revisitado pelo atual Produto está o exercício de graus de conectividade ecossistêmica, apresentado no Produto 2. Tal exercício tinha como objetivo conceder um olhar estratégico para a conservação do bioma Cerrado. As principais características pertinentes ao olhar de conservação foram debatidas e refinadas a tal ponto durante as

oficinas que o exercício da conectividade foi superado e um novo exercício será apresentado no próximo Produto, como um dos subsídios à proposição das macro zonas.

Este **Produto 4** se articula em cinco capítulos, sendo **o primeiro** pertinente ao contexto e lógica para construção, articulação e uso dos cenários prospectivos. Já **o segundo capítulo** apresenta a construção dos cenários - pessimista e normativo - para os recortes temporais de 2022 e 2030. Notadamente, são apresentadas as projeções revisitadas para a agricultura, pecuária e silvicultura à luz das contribuições das oficinas para a visão de futuro do bioma Cerrado.

O terceiro capítulo traz a forma de articulação dos cenários no território, explanando-se a articulação metodológica dos hexágonos - utilizados como micro unidades de planejamento no exercício de cenarização, também revisitada à luz das oficinas participativas. São apresentadas as especificidades da distribuição do uso do solo e de como foram identificadas as áreas de uso rural de cada hexágono.

Já **o quarto capítulo** apresenta os resultados dos dois exercícios de cenarização, incitando um olhar estratégico para a conservação do bioma Cerrado, base para a construção da necessária ponte entre os cenários e o desenho (proposição) das macro zonas.

No **quinto e último capítulo** são traçadas as principais conclusões relativas ao exercício de cenarização e sua potencial contribuição no desenho de estratégias robustas para o ordenamento territorial do bioma Cerrado.

Almejou-se com essa metodologia a criação de uma base analítica robusta para embasar uma proposição preliminar de desenho de macro zonas para subsidiar o processo de elaboração do MacroZoneamento Ecológico-Econômico do bioma Cerrado. Tal proposta será detalhada no próximo produto, que tem este e seus antecedentes como base.

1. Cenários para o bioma Cerrado

1.1. Compreensão de Cenários

Cenários são instrumentos de planejamento, etapa intermediária entre o diagnóstico situacional e o desenho de estratégias robustas para a gestão daquilo que se almeja gerir. O planejamento territorial, objeto do presente estudo, deve orientar as decisões públicas e privadas em relação ao bioma Cerrado no sentido da utilização mais eficaz dos recursos disponíveis para a realização de seus objetivos. Almeja-se, em última instância, subsidiar a formulação de políticas de ordenação do território, orientando os diversos níveis decisórios para a adoção de práticas convergentes com os rumos estratégicos do País.

No contexto do bioma Cerrado, o objetivo de seu zoneamento é voltado para a conservação e o uso racional do território ao se observarem os limites do **ecológico** para se regularem e ordenarem o **econômico**, não deixando que funções ecológicas, serviços ecossistêmicos e riquezas da biodiversidade se percam². O Cerrado é um território palco de diversos fluxos, expressando os processos que dominam a vida política, econômica e simbólica (vide Manuel Castells e Milton Santos). Há uma constante interação entre as dinâmicas naturais e as dinâmicas socioeconômicas, sejam locais, regionais, nacionais e globais que juntas criam uma expressão local.

O ordenamento territorial deverá compreender e articular essas dinâmicas haja vista que suas repercussões ocorrerão no futuro, onde o resultado do MacroZEE estará impondo suas normas, ações e medidas. A forma de se compreender a interação entre as dinâmicas e antever suas lógicas de ordenação é estendê-las ao futuro.

Eis que o ambiente futuro é incerto, complexo e em grande medida imprevisível, onde um sem-número de fatores pode ter influência. **O futuro é uma prática de construção social e apenas observando sua realidade é que se terá certeza de seus desdobramentos, infelizmente transformando-o em um presente onde o tempo hábil para a decisão permanecerá para sempre no passado.**

É com essa lógica de complexidade e imprevisibilidade que são utilizados cenários para ordenar as percepções a cerca do futuro, explicitando suas imprevisibilidades e reduzindo a variabilidade de suas possibilidades. Dessa forma, os cenários não procuram prever o futuro que de fato ocorrerá ou criar uma realidade mais provável. Ao contrário, ao explicitar e articular a imprevisibilidade, os cenários se constituem em **futuros possíveis, alternativos**.

Os cenários prospectivos para o bioma Cerrado devem ser compreendidos como **mapas de contexto**. Não se busca a seleção de um cenário particular, uma vez que as forças atuantes que levam aos diferentes cenários estão, por definição, fora do controle dos tomadores de decisão. Justo por isso, os cenários são ferramentas apropriadas para processos de

² As funções ecológicas, embora reconhecidas há algum tempo, estão sendo incorporadas ao conhecimento produtivo há pouco tempo, a ponto em que ainda não estão autorreguladas por mecanismos de mercado.

planejamento de longo prazo que envolvem grandes incertezas e medidas de grande impacto econômico e social, como se caracteriza o processo de elaboração do MacroZEE do bioma Cerrado.

Uma vez que qualquer cenário pode - a princípio - ocorrer, almeja-se vislumbrar um vasto arranjo de possíveis estados de mundo futuro, desde que coerentes. As estratégias de ação decorrentes do processo de planejamento serão mais abrangentes e robustas caso possam ser testadas pelos cenários prospectivos. Dessa forma, os cenários não podem se dissociar do conjunto composto pelo: i) seu contexto (devem ser verossímeis); ii) seus objetivos (devem ser a estes relevantes); e iii) seus recursos (devem estar à estes adequados).

No contexto do bioma Cerrado, objetiva-se vislumbrar - no território - as tendências e possíveis **imposições dos fluxos predominantes sobre os fluxos naturais**, uma vez que o objetivo do recurso de planejamento territorial é garantir a conservação do bioma Cerrado. As simulações das diversas possibilidades de expansão da ocupação territorial, tanto planejadas, quanto informais, dão base aos cenários, cuja pergunta-chave pode ser descrita como *"por que e onde podem ocorrer as maiores pressões sobre ambientes vulneráveis do bioma Cerrado, ameaçando sua integridade ecossistêmica?"*.

A articulação dos cenários é realizada de forma a explorar dois opostos, limites plausíveis de um largo espectro de possibilidades:

- a continuação da tendência observada de ocupação do bioma; e
- a imposição severa de limites legais para essa mesma tendência de ocupação.

Busca-se explorar a estrutura da racionalidade dos sistemas de proteção legal dos remanescentes de vegetação nativa do território em seus diversos limites geográficos, muitas vezes de difícil explicitação pelos gestores. A matéria prima desses cenários são as possibilidades futuras de uso do solo pelas atividades agrícolas, de silvicultura e pecuárias. Estas, por sua vez, são combinadas e articuladas de forma agregada e interativa, fato nem sempre justaposto intuitivamente.

1.2. Principais contribuições das Oficinas Participativas

No contexto de cenarização, as discussões realizadas durante as oficinas participativas contribuíram para a revisitação de alguns pressupostos e consolidação de outros, como apresenta-se sinteticamente neste item.

Recapitulando-se e agregando os principais pontos levantados durante as oficinas, tem-se:

A) Projeções

- Necessidade de reavaliação das projeções da bovinocultura dada a observação das tendências recentes de intensificação e conversão de áreas de pasto em agricultura;
- Cenário Pessimista, por conta das projeções da pecuária, aponta para um caminho muito extremo e deve ser revisado para incorporar as tendências observadas pelo setor pecuarista: aumento de produtividade;
- Realizadas diversas indicações de referências bibliográficas a serem consultadas para a revisão das projeções da pecuária;
- Corroboração das tendências projetadas para a agricultura;
- Necessidade de se incluir projeções para a silvicultura;

- Considerações acerca da migração rural, cuja tendência é não perpetuar na mesma intensidade do passado a figura do pequeno produtor.

B) Pressupostos

- A cenarização deve conter a ocupação ilegal de áreas protegidas como Unidades de Conservação e Terras Indígenas;
- Consideração da declividade como impeditivo à ocupação, desde que se excluam as áreas de Reserva Legal que potencialmente estão ou tendem a estar sobrepostas;
- Necessidade de recuperação e manutenção de Áreas de Preservação Permanente - APP no entorno de corpos d'água deve considerar as distâncias variáveis em função dos tamanhos das propriedades rurais ("escadinha");
- Necessidade de recuperação e manutenção de Reserva Legal - RL deve considerar as variações legais em função dos tamanhos das propriedades rurais;
- Não utilização da aptidão do solo;
- Não demonstração de para onde a pressão identificada "transborda";
- Necessidade de apresentar o contra ponto da manutenção do bioma, com estratégias de conservação e recuperação, apontando o "onde" e "quanto" do bioma deve ser mantido para garantir a conectividade entre os fragmentos, os fluxos gênicos, os serviços ambientais, necessários à perpetuação das próprias atividades agropecuárias;
- A metodologia utilizada para a construção dos cenários é positiva pela agregação e noção de escala porém negativa em não ser tão precisa a nível micro;
- Articular uma ótica de conservação, não apenas o quanto é possível a agropecuária expandir;
- Pressuposto do não cumprimento da Lei no Cenário Pessimista.

C) Planejamento

- Momento de transição pela implantação recente do CAR e PRA;
- A função social da propriedade não pode ser descumprida, assim como não se pode intervir no direito de propriedade, que deve estar bem definido, claro e garantido;
- Discussões sobre quanto o cumprimento da legislação garante em termos de manutenção das funções ecossistêmicas do bioma;
- Dificuldade de recomposição florestal e debates sobre a compensação de áreas entre regiões;
- Compensação de Reserva Legal entre estados do bioma Cerrado incita polêmica quanto às capacidades de desenvolvimento futuro com prejuízo às economias locais;
- Compatibilização da ótica macro utilizada na cenarização com a necessidade de se ver no território por parte dos povo do Cerrado;
- Necessidade de avaliar o impacto do avanço da ocupação e não somente quantificar. Quantificar qual o tamanho do impacto já gerado pela expansão da agropecuária em termos de perda de biodiversidade, desmatamento e degradação do solo;
- Distância existente entre punição e ilegalidade: valor da vegetação nativa em pé deve ser compatível com o rendimento esperado de seu uso econômico imediato.

D) Macro ZEE e Governança

- Necessidade de foco nos principais atores do processo vigente no bioma, quais sejam - agricultor e pecuarista - incluindo necessidade de maiores esforços de capacitação técnica e educação ambiental;
- Necessidade de difusão da capacitação técnica aos pequenos produtores, assim como dos estudos já realizados sobre agricultura familiar e sistemas agroecológicos;
- O papel da indústria na cobrança do CAR e PRA como forma de garantir a origem do seu insumo;
- Necessidade de apontamento de áreas por parte do Estado que não devam ser ocupadas, pois seriam prioritárias para a conservação da biodiversidade e recursos naturais;
- Necessidade do planejamento territorial em se articular e abarcar de forma mais consistente o tema da conservação da biodiversidade e dos recursos naturais (possível foco nos recursos hídricos e nos serviços ambientais), trazendo em seu conteúdo “o que queremos” e “até onde a ocupação é sustentável”;
- Sobreposição e governança dos instrumentos de planejamento territorial, tais como: Zoneamentos Ecológicos-Econômicos, Planos de Bacias Hidrográficas, dentre outros.
- Necessidade de articulação maior entre instrumentos e instâncias administrativas;
- Necessidade de desenvolvimento de plano de comunicação eficiente, que atinja toda a população e trate da importância da manutenção do bioma, formas alternativas de exploração e incentivos econômicos;
- Necessidade de maior governança para o Cerrado e necessidade de integração e compatibilização dos instrumentos de planejamento territorial;
- Indicação de áreas prioritárias por estado de forma a orientar onde a compensação da Reserva Legal deva ocorrer;
- Discussões sobre a compensação ambiental haja vista a necessidade premente de recomposição de áreas de Reserva Legal em determinadas regiões do Cerrado;
- Necessidade de um pacto federativo para tratar a compensação da Reserva Legal entre estados;
- Aplicação da função econômica das Reservas Legais;
- Política de desenvolvimento sustentável com instrumentos de incentivo à recuperação e a conservação tangendo o aspecto financeiro, ou seja, integração de instrumentos econômicos;
- Competências e funções de elaborar Zoneamento Ecológico-Econômico, com ênfase no papel da presente contratação como auxiliar ao processo de elaboração do Macro Zoneamento Ecológico-Econômico do bioma Cerrado pela CCZEE.

As contribuições acima listadas sintetizam diversas, ricas e elucidativas interações entre os autores e os participantes das oficinas participativas, aos quais estendem-se os mais sinceros agradecimentos. Na medida do possível, os itens acima estão contemplados na (re)visitação da lógica construtora dos cenários prospectivos, notadamente no tangente às observações sobre as projeções e sobre alguns dos pressupostos adotados.

1.3. O Processo de Ocupação do Cerrado

1.3.1. Agropecuária: a força propulsora do Cerrado

As principais forças propulsoras da ocupação do Cerrado são a demanda interna e externa por commodities agrícolas, produtos florestais e carne. A estratégia de desenvolvimento brasileira está galgada na agroindústria de exportação, evidenciada pela preponderância dos transportes no Programa Federal de Aceleração do Crescimento.

A partir de meados de 2000 um novo ciclo de expansão da economia brasileira se instala, não sustentado e ciclotímico, porém capaz de impulsionar o país. O modelo de desenvolvimento nacional é expressivo em associação ao mercado externo no atendimento de commodities agrícolas e minerárias. Com absorção de tecnologia e aumento de volumes, as exportações desencadeiam animação econômica ao criar e consolidar cadeias de valor para seu atendimento por parte das empresas nacionais³.

Ao largo das exportações, observa-se um aumento sistemático na renda per capita dos trabalhadores, ilustrada pelo aumento anual real de 4,9% do salário mínimo desde 2001 até 2010. A combinação do aumento de renda com o período sustentado de estabilidade monetária conquistado traduziu-se em crédito ao consumidor. Em 2002, o volume total de crédito (livre e direcionado) representava pouco mais de 24% do PIB, figura que dobrou para 47% em 2010.

A combinação de exportações com o crescimento sustentado do mercado interno e com a abertura do mercado concedeu ao setor agroindustrial uma dinâmica crescente desde a década de 1990. A significativa melhora nos termos de troca relativo das commodities agrícolas no mercado mundial (o *boom* das commodities) encontrou um Brasil em maturação de tecnologias em agropecuária tropical geradas nas décadas anteriores, estabelecendo um ambiente favorável para uma nova era do setor.

Se calculado o PIB da cadeia do agronegócio nacional (setores a montante e a jusante da porteira da fazenda), estima-se que este seja responsável por um percentual entre 25% e 30% do total. Gera, ademais, mais de um terço dos empregos e quase metade das exportações totais, sendo fundamental para o balanço de capitais.

³ Os dois ciclos de expansão na economia brasileira do pós-II Grande Guerra, entre os anos de 1950 e 1980, garantiram elevadas taxas anuais de crescimento para o PIB durante quase três décadas e, particularmente, para a indústria nacional. As taxas de crescimento anual do produto nacional foram: 7,4% entre os anos de 1950 e 1960; 6,2% na década seguinte (1960-1970); e 8,6% na década de 1970 a 1980. Já o crescimento da indústria foi de, respectivamente, 9,1%; 6,9%; e 9,0%. Assim, o PIB per capita do Brasil cresceu à taxa média anual de 4,6%, de 1950 a 1980, mesmo à luz das altas taxas de crescimento demográfico (que em muitos anos superaram os 3%). Houve, entretanto, uma desaceleração do ritmo de crescimento da economia brasileira nas duas últimas décadas do século 20, com a taxa média do PIB ficando em 1,6% na década de 1980-90 e em 2,6%, na década de 1990-2000, o que significa inexpressivas taxas em termos per capita de 1980 a 2000. O ritmo de crescimento na primeira década do século vigente oscilou entre taxas altas (5,7% em 2004; 6,1% em 2007; 5,2% em 2008; e 7,5% em 2010) e taxas muito baixas (1,3% em 2001; 2,7% em 2002; 1,1%, em 2003; e -0,6% em 2009), com uma média de crescimento de 3,6% ao ano entre 2001 e 2010.

Nota-se que este país, até os anos 1960, recebia sistemáticas doações de alimentos, permanecendo até o início dos anos 1980 como um importador líquido de alimentos. A revolução verde encontrou um Brasil ávido por desenvolver seu ambiente tropical, consolidando uma agricultura baseada em ciência, com ações abrangentes para a adaptação e geração de conhecimentos e tecnologias para os diferentes biomas brasileiros - vide o notório papel da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA).

O Brasil está, a cada safra, assumindo uma postura mais dominante no cenário internacional de produção de alimentos. O país é o maior produtor mundial de café e açúcar e álcool, um dos maiores em feijão e suco de laranja; o segundo maior produtor de soja, de carne bovina, de tabaco; o terceiro de milho, de frutas e de carne de frango e o quarto de carne suína. Em contrapartida, com exceção do milho, o Brasil não produz cereais (trigo, arroz, sorgo, cevada e centeio) em quantidades significativas como *player* internacional.

A soja e seus derivados, farelo e óleo, figuram alto na pauta de exportações brasileiras, juntamente com as exportações de carne, vendidas para mais de 150 países compradores. Em termos de desenvolvimentos futuros do agronegócio, o Brasil figura como um dos principais celeiros mundiais, uma vez que ainda detém um grande potencial de expansão de áreas agricultáveis. O maior produtor de alimentos do mundo, os Estados Unidos, utiliza cerca de dois terços de sua área agricultável de aproximadamente 269 milhões de hectares; o Brasil, com uma área de 394 milhões de hectares agricultáveis, utiliza aproximadamente um quarto (DALL'AGNOL, 2008).

Entre 1970 e 2006, o produto agropecuário brasileiro expandiu 243% (taxa anualizada de 3,5%), sendo que a produtividade total dos fatores cresceu à 2,27% ao ano. Dessa forma, o crescimento da agropecuária brasileira se deu majoritariamente via ganhos de produtividade. Especificamente no Cerrado, as tecnologias mais notáveis são a aplicação de calcário e de fertilizantes para correção da acidez do solo; adoção de sistemas de plantio direto; desenvolvimento de simbioses entre bactérias e soja; cultivo de gramíneas exóticas e culturas geneticamente modificadas.

Segundo MARTHA et al. (2010), os ganhos de produtividade permitiram um expressivo efeito poupador de terra. Citando cálculos da EMBRAPA, em razão dos ganhos de produtividade da agropecuária nacional nos últimos 35 anos, a área poupada foi superior a 250 milhões de hectares, denotando o atual nível apenas moderado de antropização.

Quanto às perspectivas para o setor no curto prazo, o mesmo autor cita a continuidade do aumento da representatividade no comércio global sem comprometimento do abastecimento interno por meio de conhecimento e tecnologias. A necessidade de prospectar tendências futuras deve acompanhar a crescente característica multifacetada da agropecuária brasileira, que perpassa temas como a segurança alimentar, bioenergia, mudanças climáticas, química verde, desenvolvimento rural e acordos de comércio internacional (MARTHA et al., 2010).

A produção agrícola nacional é voltada não apenas ao mercado externo, mas também ao mercado interno, cuja soma de demandas perfaz um cenário de expansão ao agronegócio. O modelo vigente de desenvolvimento do agronegócio, não obstante, exacerba a demanda de infraestrutura econômica nacional, notadamente aquela associada aos modais de transportes e logísticas variadas. O atendimento por parte das políticas públicas a essa demanda tem se

mostrado evidente - embora lento - trazendo custos sistêmicos à produção nacional e reforçando o “custo Brasil”, definindo os ritmos de expansão.

A ainda pequena porém já perceptível mudança do papel do Estado na economia por meio de processos de privatização, de desregulamentação, de abertura econômica e de parcerias público-privadas, tem aberto melhores condições institucionais e oportunidades econômicas para a formação de novos ciclos de crescimento no Brasil. É preciso enfatizar, contudo, que o Brasil ainda deverá contar com o papel do Estado ao longo dos próximos anos como principal estimulador na atração de novos investimentos e na coordenação do processo de desenvolvimento por meio de mecanismos de intervenção indireta e de planejamento indicativo, para além de conceder maior rigor à operação de setores estratégicos (energia elétrica, telecomunicações, petróleo, recursos hídricos), para acompanhar, promover e estimular a sustentabilidade ambiental e a equidade social.

Ademais, ainda há um constrangimento em termos de crescimento desse modelo de desenvolvimento uma vez que as taxas de formação bruta de capital fixo (FBKF) ainda se encontram baixas. Muito embora a FBKF, tradução do investimento estrutural na economia, tenha saltado recentemente do patamar histórico de 15% do PIB para atuais 20%, a média entre as décadas de 1970 e 1990 foi de 21,5% do PIB; já a média dos países que detêm crescimento alto é de 27% do PIB. Sem investimentos estruturais mais intensos, dificilmente o crescimento da economia conseguirá superar o hiato atual do produto, de aproximadamente 4% ao ano, sem a contrapartida indesejável do acréscimo descontrolado no nível geral de preços⁴.

1.3.2. A Teoria da Transição Florestal e o Cerrado

Segundo a clássica teoria sobre o uso da terra de Johann von Thünen (1826), à terra é atribuído o uso que lhe dá o melhor retorno. Uma mudança de cobertura florestal é explicada como resultado de mudanças no retorno econômico da terra com floresta contra a mesma terra com outros usos (não-florestais). A determinação do retorno econômico da terra é uma função combinada entre suas propriedades físicas e de localização, sendo que a distância até os centros consumidores está a ela negativamente correlacionada.

Embora a abordagem de von Thünen fosse centrada na agricultura e na conversão de áreas florestadas (e não savânicas, como é o caso do Cerrado), a lógica econômica preponderante de custo de oportunidade é válida para a situação ora aplicada. Se uma mudança de preços relativos dos produtos agrícolas ocorre, há um aumento na rentabilidade deste determinado uso, que tende a se expandir para locais onde os usos da terra são menos rentáveis. Pela teoria de Von Thünen, conforme a atualização de ANGELSEN (2007), a adoção de tecnologias poupadoras de terra - associadas à acréscimos de custos de produção - só

⁴ Segundo dados do Banco Mundial (<http://data.worldbank.org>) para 172 economias mundiais, os vinte países com maior crescimento real ao longo da primeira década do século 21, com média de 8,7% ao ano, apresentam taxas anuais médias de 27% de FBKF em relação ao PIB. Já as vinte economias mundiais que menos cresceram no mesmo período (média de 0,4% ao ano) investiram em média 19,6% de seus PIBs. De acordo com essa mesma base de dados, os 172 países cresceram 3,9% por ano em média entre 2001 e 2010, tendo uma relação de FBKF do PIB de 22%.

ocorrem quando a terra é um fator de produção escasso, ou seja, quando os custos de oportunidade de sua ocupação sejam suficientemente elevados.

A conclusão de ANGELSEN, de forma bastante sintética, é que uma mudança inicial na rentabilidade marginal do solo em um determinado local gera repercussões pelos demais usos que a àquele se comparam de forma relativa. Assim sendo, certas mudanças nos preços de insumos (de acordo com a tecnologia) podem modificar ou até mesmo reverter o efeito inicial de poupar terra que - a princípio - uma melhor tecnologia teria.

A dinâmica de terra de fronteira apresentada no Produto 1 - Diagnóstico Estratégico explora os elementos dessa teoria no Cerrado, notadamente para a atividade da pecuária. Diferentemente da agricultura, que exige solos mais planos e férteis, as atividades pecuárias podem ocorrer em áreas menos nobres, onde a produtividade é menor - porém o custo da terra também. Justo por isso, a dinâmica da terra de fronteira só se encerra quando: i) a própria fronteira chega ao limite; ii) quando a adoção de tecnologias não acarreta em acréscimos significativos de custos; iii) quando há uma valorização da terra para outros fins, fazendo com que seu custo marginal suba.

A discussão sobre a rentabilidade marginal da terra e sua interação com tecnologias foi enriquecida pela teoria de MATHER (1998) sobre a transição florestal. Segundo o autor, há um processo de transição entre usos do solo - passando de contração florestal para a expansão de áreas de florestas seguindo os aumentos da adaptação agrícola à qualidade da terra. O fator fundamental da teoria é que existe um ajustamento progressivo da agricultura em relação à capacidade da terra, cujas consequências se rebatem nas florestas - em primeiro momento exigindo grandes áreas (e a redução das florestas) e, após a adoção de tecnologias e especialização do uso do solo, uma retração nas áreas cultivadas e retorno de áreas de floresta.

Segundo a teoria da transição florestal, a agricultura localiza-se em terras de melhor qualidade, onde há possibilidade de aumentos na produção por conta de um determinado conjunto de insumos. Áreas menos rentáveis, assim, seriam liberadas para ações de reflorestamento - ou ainda de recuperação natural.

BARRETTO et al. (2013) investigou, com base em metodologia de grande complexidade e interação entre informações geográficas e dados dos censos agropecuários nacionais (1975, 1996 e 2006), a teoria da transição florestal no Brasil. As conclusões mostram que nas áreas agrícolas consolidadas, a intensificação do uso da terra coincidiu com a contração de áreas, seja de ambas pastagens e lavouras, ou ainda da expansão de terras agrícolas em detrimento das pastagens. Nas regiões Sul e Sudeste, as mais consolidadas do país, notou-se redução da área total sob agropecuária em 11 milhões de hectares entre 1996 e 2006.

Já para as regiões não consolidadas, notavelmente as áreas de Brasil Central e Norte, a intensificação do uso da terra ocorreu de forma concomitante à expansão de terras agrícolas. Durante o período de 1996-2006, notou-se uma expansão de 9 milhões de hectares nesta região de fronteira agrícola.

Essas conclusões oferecem suporte, segundo os próprios autores (BARRETTO et al., 2013), à tese de que:

- os avanços tecnológicos permitem a redução das áreas cultivadas e/ou sob pastagens em locais consolidados, ou seja, onde a terra é um recurso escasso - seja pela substituição de áreas de pastagem pela agricultura, seja pela redução de ambas atividades;
- os avanços tecnológicos causam incentivos à expansão de fronteiras agrícolas em locais onde a terra não é escassa a ponto de seu custo marginal impedir o desmatamento;
- há uma expansão e movimento gradual da fronteira agrícola em direção ao interior (Cerrado) do Brasil;
- indica um possível início do ciclo de retração de áreas agrícolas e de pastagens, de acordo com a teoria de transição florestal e, consequente liberação de área para recomposição florestal no Sudeste, principalmente no bioma Mata Atlântica.

Dessa forma, a adoção de tecnologias poupadoras de terra, que intensificam tanto a produção de cultivares como as taxas de lotação das pastagens, devem estar acompanhadas de políticas de precificação correta do solo (como será melhor explorado no item subsequente), bem como de políticas de comando e controle que tornem altos os custos potenciais das infrações - ao menos acima do custo de oportunidade de se desmatar de forma ilegal.

As terras de fronteira são, claramente, distintas em suas dinâmicas de ocupação e uso do solo. Uma de suas características principais é a migração interna, onde agricultores especializados introduzem práticas distintas das locais. Tais mudanças no uso da terra em regiões de fronteira são geralmente associadas à exploração de recursos naturais e desmatamentos, notadamente no entorno de acessos logísticos (FEARNSIDE, 2009). Adicionalmente, tem-se que as regiões de fronteira encontram dinâmicas sobrepostas.

Tal como explorado em maiores detalhes no Produto 1 - Diagnóstico Estratégico, a pecuária extensiva e a exploração madeireira de fontes naturais são formas indiretas de promoção de mudanças no uso do solo com consequências sobre os ambientes naturais. Ou seja, a dinâmica da terra de fronteira é quando o plantio de culturas agrícolas mecanizadas (para seus diversos fins, de alimentares até biocombustíveis) em áreas consolidadas induz o aumento da expansão de terras agropecuárias nas regiões fronteiriças para compensar a capacidade de produção perdida.

No Cerrado, esse avanço indireto ocorre principalmente pela pecuária e seu baixo custo de oportunidade. Segundo SPAROVEK (2009), a dinâmica da pastagem é associada à migração por distâncias longas em relação à atividade concentrada (e tecnificada) da agricultura. Considerando-se que a produção de gado pode ser estabelecida em áreas com infraestrutura limitada, a atividade migra para áreas menos rentáveis e mais independentes de infraestrutura.

STRASSBURG (2012), ao investigar as questões de rentabilidade e escala na adoção de tecnologias de pecuária intensiva em estudo de caso para o Mato Grosso, corrobora com a baixa rentabilidade marginal das atividades de criação de gado. Notadamente, conclui que

uma empresa operando sob o sistema habitual de produção (com baixa adoção de tecnologia) apresenta retornos negativos, independentemente do tamanho da propriedade.

As possíveis explicações oferecidas pelo autor para a baixa rentabilidade incluem: i) a especulação de terra, onde a pecuária é um meio para garantir a posse da terra com o objetivo de venda quando do avanço da fronteira agrícola em sua direção; ii) lavagem de dinheiro; iii) não cumprimento da legislação trabalhista e ambiental, o que pode reduzir os custos relativos; iv) comportamento não racional, onde as perdas na operação de criação de gado são mascaradas por ganhos elevados em outras operações da mesma fazenda (como a extração de madeira) e tolerado pelo prazer ou status obtido ou pelo fluxo de caixa gerado mediante financiamentos que se sucedem; v) modelo de extrativismo, onde as taxas de lotação mais elevadas do que a capacidade de carga são utilizadas durante um curto período de tempo, seguido de degradação e possível abandono da terra.

Por qualquer motivos dos acima listados, ou ainda por uma combinação deles, é mantido o rendimento marginal inferior das atividades pecuárias em relação à agricultura. A pecuária extensiva ocorre, não surpreendentemente, em grande quantidade em detrimento da pecuária intensificada - que requer aproximação com infraestrutura logística pois demanda a chegada de significativas quantidades de insumo para os pastos cultivados.

1.3.3. Preponderância Econômica

As atividades agrosilvopastoris que ocorrem no Cerrado não são diretamente interligadas. Não obstante, o que se observa na maior parte dos casos é exatamente uma interpolação entre estas ocupações, haja vista que a análise econômica determina, pela lógica atual da economia de mercado, a conversão das áreas de vegetação nativa de Cerrado em áreas produtivas.

O desenvolvimento de cada atividade em cada local do Cerrado é fruto de uma combinação de um grande número de fatores. Alguns destes fatores são pré-determinados pela natureza, ou seja, são condicionados à qualidade do solo e sua aptidão agrícola, à topografia e condições de relevo e à disponibilidade hídrica superficial. Além destes, existem os fatores dinâmicos que são pertinentes ao acesso aos centros consumidores e/ou exportadores e à demanda por um ou outro produto. O preço das terras é um indicador destes fatores locais, traduzindo a dinâmica em termos de mercado.

FERREIRA (2012) correlacionou o preço da terra em área de Cerrado no estado de Goiás com as condicionantes acima e concluiu que as áreas de vegetação preservada apresentavam efetivamente um baixo valor econômico. As áreas mais preservadas, em geral concentradas no nordeste de Goiás, concentravam as terras menos valorizadas para fins agrícolas, refletindo também a ausência de uma malha viária mais desenvolvida.

Os resultados corroboram a dinâmica observada de terra de fronteira: uma vez que áreas adjacentes e com melhor infraestrutura logística sejam demandadas para atividades mais rentáveis como a produção de commodities e/ou silvicultura, as atividades de pecuária tenderão a se estender para essas áreas de menor valor, induzindo a ocupação de áreas nativas sem planejamento, tanto em termos econômicos quanto ambientais.

Dentre todos os fatores locacionais, um dos preponderantes é a presença de infraestrutura logística. A implantação das malhas rodovias, ferro e hidroviárias, e as conexões com as existentes é a responsável pela velocidade e, em parte, pela direção da dinâmica da ocupação. Novamente de acordo com FERREIRA (2012), a relação das principais rodovias federais do país com os municípios com maior valor da terra, por exemplo, denota a importância das vias de escoamento da produção agrícola.

A ocupação do Cerrado privilegiou e continua a privilegiar a exploração econômica de cunho empresarial, na qual a mecanização e as técnicas utilizadas geram poucos postos de trabalho, mas causam significativo impacto ambiental ao bioma. A terra do Cerrado "fronteira" tem seu preço de mercado formado pelo custo de oportunidade de seu uso, sendo que a única opção de uso que não tem valor (monetário e de mercado) algum é a conservação.

Olhando-se **todas as modificações agropecuárias, extrativas e de silvicultura de forma agregada**, tem-se um quadro onde a) as obrigações legais de estabelecimento, manutenção ou recuperação de Reserva Legal e Áreas de Preservação Permanente não encontram correspondente na prática; e b) os pagamentos por serviços ambientais não estão regulados e com valores que cubram o custo alternativo de conversão. Dessa forma, compreende-se que o Cerrado continuará a perder terras para as atividades antrópicas, sejam elas agricultura, agropecuária ou silvicultura. Essa dinâmica é a grande vertente que se vislumbra perpetuar no futuro, sendo que a infraestrutura logística dará a velocidade das transformações, em combinação com as características de aptidão agrícola dos solos, a disponibilidade hídrica e o relevo (direção das transformações).

1.3.3.1. Exemplo do MAPITOBA

A região conhecida como MAPITOBA, na junção dos estados do Maranhão, Piauí, Tocantins e Bahia, ilustra com precisão a preponderância da dinâmica econômica sobre a ocupação do Cerrado.

A região é composta basicamente por solos arenosos não propícios, a princípio, para a agricultura. Também não são solos propícios para a criação de gado devido à facilidade com que erodem. O relevo acidentado, intercalado com chapadões, caracterizam a área, historicamente subdesenvolvida em termos de produção econômica uma vez que faltava infraestrutura para acesso ao mercado consumidor mais próximo, o litoral nordestino - que além da distância apresentava mercado consumidor pouco expressivo.

Eis que na última década, a agricultura moderna tem ocupado os chapadões planos da região por meio da adição de calcário e fertilizantes ao solo, tornando áreas antes improdutivas em áreas de grande produtividade. A agricultura baseada na transformação química do solo se viabilizou mediante os preços deprimidos de outrora, cujo potencial de uso passou a se valorizar com a implantação de infraestrutura logística e a possibilidade de se exportar grande parte da produção, independendo-se da necessidade de consumo local no nordeste. Justo pela dinâmica de fronteira, o predomínio das culturas é das commodities soja, algodão e milho. Para esta última cultura, destaca-se a crescente importância da segunda safra, conhecida como "safrinha".

A pouca criação de gado local, que não detinha expressiva intensidade, migrou para os solos menos férteis do relevo acidentado, sem necessidade de investimentos em correção de acidez e fertilização do solo, porém ocupando áreas mais extensas para compensar a menor

produtividade. A dinâmica ambiental que se observa é o aumento expressivo de erosão devido ao pastoreio, na sequência de ocupação da terra de fronteira. Os terrenos acidentados deverão ganhar um uso economicamente mais caro pelo crescimento da silvicultura, que viabiliza a correção do solo.

Para se contemplar o tamanho das mudanças ocorridas na região de MAPITOBA, a previsão do Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento para os próximos dez anos em termos de produção agrícola indicam uma expansão de área de 8,9 milhões de hectares. Estima-se que essa expansão deva ocorrer sob a área de: *"grande potencial produtivo, como as áreas de cerrados compreendidas na região que atualmente é chamada de Matopiba, por compreender terras situadas nos estados de Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia"* (MAPA, 2013, página 33).

"As áreas que vem sendo ocupadas nesses estados têm algumas características essenciais para a agricultura moderna. São planas e extensas, solos potencialmente produtivos, disponibilidade de água, e clima propício com dias longos e com elevada intensidade de sol. A limitação maior, no entanto, são as precárias condições de logística, especialmente transporte terrestre, portuário, comunicação e, em algumas áreas ausência de serviços financeiros." (MAPA, 2013, página 64).

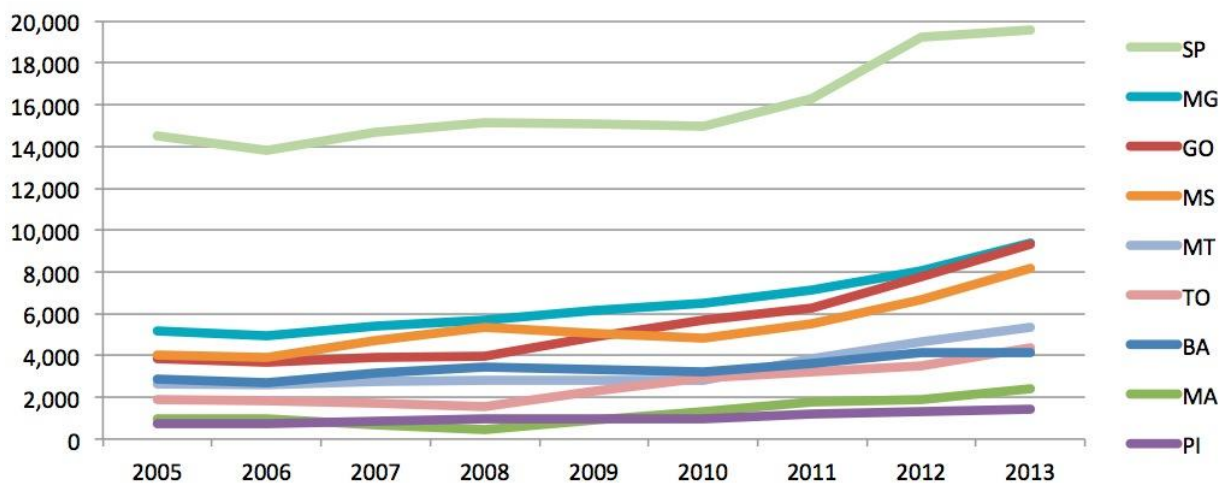
O relatório do Ministério reconhece a dinâmica de fronteira do bioma, afirmando que *"o Mato Grosso deverá perder força nesse processo de expansão de novas áreas, devido principalmente aos preços de terras nesse estado que são mais que o dobro dos preços de terras de lavouras nos estados do MATOPIBA. Como os empreendimentos nessas novas regiões compreendem áreas de grande extensão, o preço da terra é um fator decisivo"* (MAPA, 2013, página 33).

1.3.3.2. Preço da Terra

O movimento dos preços da terra é que dão a tônica da dinâmica de fronteira do Cerrado, sendo a expressão da combinação dos fatores determinantes em sua ocupação, quais sejam: fertilidade dos solos, condições topográficas, disponibilidade hídrica e acesso aos mercados consumidores e ou aos corredores de exportação. O conhecimento sobre os preços da terra e suas variações ao longo do tempo, entretanto, não é facilmente adquirido.

No gráfico abaixo expõe-se a variação dos preços médios das terras de agricultura nos estados componentes do bioma Cerrado ao longo dos últimos 9 anos em reais por hectare, devidamente corrigidos pelo IPCA/IBGE para subtrair a variação da inflação.

Gráfico 1-1 Variação do preço real médio das terras de agricultura (R\$/ha).



Fonte: Agrianual 2014 - Informa Economics FNP. Elaboração: ARCADIS Logos, 2014.

Observa-se que há uma elevação recente e concomitante em estados considerados, notadamente naqueles que apresentam maiores valores no passado - justamente os estados mais consolidados. Já nos estados de transição, há aumento expressivo porém ainda em patamar abaixo dos demais. Nota-se também que se tratam de preços médios de estados de grande variabilidade de porte e características, além de áreas de Cerrado bastante distintas.

Os preços das commodities agropecuárias, embora não vinculadas de forma direta ao preço da terra, compõe sua dinâmica e podem ser analisados como *proxies* para tal - notadamente em sua expectativa de variação futura.

De forma geral, os preços globais dos alimentos tem computado uma série de oscilações dramáticas antes não observadas, mesmo se tratando de mercadorias homogêneas comercializadas em mercados mundiais. Desde 2007 a volatilidade tem dado a tônica do comportamento dos preços das commodities agrícolas. Desde então os níveis mais elevados em 30 anos foram atingidos sucessivamente em julho de 2008 e abril de 2011, se mantendo em patamares elevados desde então.

No mesmo intervalo temporal se faz possível observar uma considerável volatilidade, oriunda em grande parte de quebras de safras. A redução na produção desloca a oferta agrícola para a esquerda e, uma vez que ambas as curvas de oferta e demanda são bastante inelásticas, os preços resultantes são elevados.

Espera-se para o futuro próximo uma continuidade na elevação dos preços das commodities agrícolas. Tal expectativa ancora-se na redução das áreas disponíveis para o cultivo, que ou se exaurem ou sofrem reduções devido às questões de proteção ambiental ou ainda sofrem negativamente pelos efeitos das mudanças climáticas. A elevação dos preços, especialmente os alimentos básicos como arroz, feijão e produtos da carne, deverá compensar o efeito de queda na produtividade sobre o valor da produção agrícola, mas poderá exercer grandes impactos negativos sobre as pessoas com restrições orçamentárias mais denotadas. Vale ressaltar que a carne bovina e o óleo de soja respondem por quase 50% do valor total previsto para a produção agropecuária brasileira.

Essa dinâmica no Cerrado deverá resultar em um acréscimo nos preços praticados para a carne de boi. O pastoreio extensivo deverá também encarecer devido às maiores distâncias que cobre ao ceder espaço para outros usos do solo. Haverá, da mesma forma, uma intensificação na competição entre usos agrícolas e de pastagens intensificadas, certamente cultivadas e com correção de solo e adoção de tecnologias de manejo. Os preços serão reflexo da intensificação do uso das pastagens e da produção de gado com vistas a compensar os investimentos para elevar a produtividade.

1.3.4. A Restrição Agropecuária pela Oferta

Os cenários prospectivos partem da adoção de um conjunto de pressupostos que os ordenam e os concedem lógica. A partir desse contexto exploratório, adicionam-se e articulam-se as projeções dos fluxos que no território interagem. A cenarização do bioma Cerrado tem como base um intenso histórico recente de desmatamento, abrangendo uma porção significativa de seus remanescentes florestais. A perda de vegetação é agravada pela notada fragmentação, consequência de seu histórico de ocupação - ainda uma terra de fronteira, conforme descrito no Produto 1 - Diagnóstico Estratégico.

Desde o início de sua ocupação moderna, com os mineradores aventureiros do século XVII em busca de ouro, passando pela "marcha para o oeste" de Vargas até a expansão sucroalcooleira dos dias atuais, o bioma enfrenta uma ocupação exploratória que se viabiliza a partir do baixo custo das terras e do baixo controle sobre o uso do solo. A dinâmica é marcada pela interação entre as atividades agrícola e pecuária, onde as maiores rentabilidades da primeira e sua demanda por terras férteis e planas leva à expansão da segunda por áreas de remanescentes.

Para se construírem os cenários, portanto, deve-se compreender e projetar a expansão das atividades agrosilvopastoris. A forma tradicional de se realizar tal feito é parte do pressuposto de que o crescimento da economia (representado pelo PIB) é uma variável exógena, consequentemente, fazendo com que a demanda pelos produtos agropecuários seja uma função do crescimento do produto. O aumento na demanda, por sua vez, terá uma oferta recíproca, sendo que os graus de elasticidade entre a variável exógena e as endógenas concedem o ritmo de *pari-passu* para a projeção⁵.

Por variável exógena, entende-se que o PIB é afetado apenas marginalmente pela atividade modelada e que essa não detém porte e importância econômica para, per se, afetar o nível do produto. A vasta maioria das projeções econômicas para produtos e também serviços parte desse pressuposto por não se tratar de variáveis agregadas ao nível do ora modelado:

⁵ O grau de elasticidade representa a variação relativa entre o produto ou serviço projetado dada uma determinada variação na variável exógena, nesse caso, o PIB. Como exemplo, tem-se a elasticidade-renda de 0,6065 da carne de 1ª, onde uma variação positiva na renda do Brasileiro da ordem de 1% gera um acréscimo na demanda por carne de 1ª de 0,6065% (fonte: SILVEIRA, Fernando G., MENEZES Tatiane A., MAGALHÃES Luís Carlos, DINIZ Bernardo P. C.: **Elasticidade-Renda dos Produtos Alimentares nas Regiões Metropolitanas Brasileiras: Uma Aplicação da POF 1995/1996**. Revista Estudos Econômicos, São Paulo, 37(2): 329-352, abr-jun 2007).

a somatória das principais atividades agrícolas e de pecuária no bioma Cerrado, que representa 24% do território nacional⁶.

Eis que no bioma Cerrado, por características já explicitadas no Produto 1, percebe-se uma restrição da produção agropecuária pela oferta, e não pela demanda. Trata-se da projeção para o primeiro setor da economia na região que mais o produz, compondo 24% do território nacional. Nessa escala o produto não é exógeno, pois é a própria variação dos produtos modelados que acarretará, dentre outros fatores, em sua variação. Essa mudança lógica demanda um ajuste na forma de projeção.

As forças propulsoras desse setor são tanto domésticas como externas, perfazendo um cenário de intensa demanda e uma notável restrição na capacidade de oferta. Tem-se que o Produto Interno Bruto nacional é menor do que seu potencial, implicando em um fator de ajuste de eficiência. Compreende-se, assim, que a evolução tecnológica que promove o acréscimo de produtividade não está sendo suficiente, tampouco a adição de novas áreas.

Há uma dificuldade inerente em tornar pastagens naturais ou erodidas pelo gado em solos cultiváveis com commodities agrícolas - por vezes uma impossibilidade. O compasso de expansão implica na aquisição de terras, na aplicação de correção da acidez dos solos, na recepção de maquinário, no plantio e irrigação, enfim, em toda a implantação necessária para empreender as atividades mecanizadas e altamente tecnificadas que o mercado demanda. Esse tempo requerido para a expansão é notadamente restringido pela indisposição de infraestrutura econômica.

Ademais, a produção de commodities não se limita à substituição de cultura nas áreas mais nobres e de alta conectividade com os mercados consumidores e com os corredores de exportação. A expansão da cadeia de produção agrosilvopastoril demonstra que, no agregado das culturas, todas as commodities são rentáveis e encontram contrapartidas em termos de custo de oportunidade para serem produzidas no Cerrado. A abertura de novas infraestruturas viárias, notadamente as estradas, "aproxima" regiões de mercados consumidores e/ou de corredores logísticos, aliviando grande parte da restrição de oferta.

Apesar do bioma Cerrado já estar em grande parte ocupado pelas atividades agrosilvopastoris, ainda há remanescentes florestais que podem ser potencialmente ocupados - de forma legal (cumprindo-se os dispositivos presentes na lei nº 12.651/12 - Código Florestal – dentre outras legislações correlatas) e ilegal. Além disso, o histórico de ocupação indica que haverá aumento do efetivo bovino em áreas não demandadas pela atividade agrícola, como regiões de topografia acentuada e pastagens menos produtivas. A dinâmica de ocupação do Cerrado como terra de fronteira fará com que os custos de tratamento do solo para correção de acidez, fertilização e outros condicionantes hidráulicos e de infraestrutura logística se viabilizem juntamente com a implantação de infraestrutura e cruzem o Cerrado, permitindo a produção de commodities em larga escala por extensões mais amplas do que as atuais.

⁶ A título de exemplo, outra projeção de um grande agregado, igualmente sujeito a influenciar o Produto (como uma variável endógena), é a pertinente ao petróleo e gás.

Embora se possa aludir a vários condicionantes de localização da agropecuária moderna no Cerrado, o principal condicionante dinâmico é a restrição da possibilidade de se realizar a oferta desejada e solicitada pelo mercado, tanto interno quanto externo. Dessa forma, a implantação de infraestrutura dará a velocidade com a qual essa restrição é aliviada, enquanto, que as condicionantes físicas, notadamente a topografia, a fertilidade do solo e a disponibilidade hídrica farão a alocação entre culturas agrícolas, pecuária e silvicultura e darão a direção das manchas de ocupação sobre a vegetação nativa.

Nesse sentido, a orientação do cenário pessimista é a de ocupação do Cerrado praticamente sem restrições de cunho ambiental e legal, tal como se verifica na prática, mas com restrições de cunho operacional e de compasso de ocupação. O ritmo das mudanças está condicionado à implantação da infraestrutura; do desenvolvimento do mercado internacional, da continuidade do processo de enriquecimento da população brasileira e seu bônus demográfico.

2. Construção dos Cenários

A construção dos cenários se inicia com a quantificação das atividades elencadas como principais forças propulsoras da dinâmica territorial e de sua projeção para o futuro, nos recortes temporais indicados de 2022 e 2030. A sequência deste capítulo perpassa a análise da agricultura, da silvicultura e da pecuária, compreendendo seu passado recente à luz da dinâmica do bioma e projetando seu desenrolar pelo futuro. No próximo capítulo as projeções aqui pormenorizadas são então articuladas (capítulo 3) no território para a produção dos cenários apresentados no capítulo 4.

2.1. Agricultura mecanizada: compreendendo seu histórico e projetando seu futuro

2.1.1. Acessos logísticos: determinantes dos vetores de expansão

A investigação sobre as condicionantes de ocupação do Cerrado, descrita no Produto 1 - Diagnóstico Estratégico, identificou a restrição pela oferta para as atividades agropecuárias. No mesmo relatório, porém, listou-se uma série de intervenções em infraestrutura de transporte que modificará o quadro atual.

Dessa forma, o primeiro passo da metodologia de projeção compreendeu a sistematização do ritmo de implantação das principais rodovias, ferrovias e hidrovias no bioma Cerrado, conforme descrito no Diagnóstico Estratégico. Para tanto, foram calculadas as densidades em km/mil ha das rodovias pavimentadas federais e estaduais por estado para o ano de 2012, segundo relatório do DNIT (2013). Também foram compiladas as densidades das malhas ferroviárias e hidroviárias em operação para o ano de 2013. Compôs-se, assim, uma base da densidade da infraestrutura, por estado.

Levantou-se junto aos Planos, Políticas e Programas relatados no Produto 1 os cronogramas de maturação das principais infraestruturas federais previstas para a região, como forma de se projetarem os acréscimos na densidade viária, ferroviária e hidroviária. Assumiu-se que todo o desenvolvimento rodoviário ocorreria entre o ano vigente e 2022, bem como nesse prazo estariam concluídas as obras ferroviárias atualmente em implantação. Todo o desenvolvimento hidroviário e o restante do ferroviário entrariam em operação apenas no recorte temporal de 2030. A implantação das novas infraestruturas alivia as restrições (parâmetro por modelagem econométrica, apresentada na sequência).

Também levantou-se dados relativos às principais culturas com potencial de alteração do uso do solo no Cerrado, quais sejam: soja, milho, cana-de-açúcar, algodão, feijão, arroz e mamona. Estas culturas haviam sido levantadas no Produto 1. Destaca-se que todas as considerações relativas à área ocupada pelo milho descontam a segunda safra. O recorte físico utilizado para a obtenção de dados sobre as atividades agrícolas foram os municípios componentes do bioma, obtidos por seu cruzamento espacial com o recorte oficial do bioma Cerrado (IBGE) e os dados municipais, também do IBGE. Estes foram devidamente classificados em suas microrregiões, mesorregiões e estados. Os seguintes dados foram coletados, para cada cultura: volume de produção, área plantada e consequente

produtividade segundo a Pesquisa Agrícola Municipal (PAM) do IBGE. O recorte temporal utilizado foi o mais abrangente possível à data, qual seja: de 2006 a 2013.

O quadro abaixo traz o comparativo de duas safras (2005/2006 e 2012/2013) para as culturas consideradas, tanto em termos de área ocupada quanto de volume de produção.

Quadro 2-1 Comportamento recente das culturas selecionadas nos estados* com Cerrado.

Culturas		2005-2006	2012-2013	Δ entre safras
Cana-de-açúcar	Prod. (mil ton)	385.797	570.496	47,9%
	Área (mil ha)	4.720	7.562	60,2%
Soja	Prod. (mil ton)	46.679	68.812	47,4%
	Área (mil ha)	17.356	23.290	34,2%
Milho**	Prod. (mil ton)	36.285	67.667	86,5%
	Área (mil ha)	9.520	12.866	35,1%
Algodão (caroço)	Prod. (mil ton)	3.290	3.747	13,9%
	Área (mil ha)	934	992	6,2%
Feijão	Prod. (mil ton)	2.480	2.588	4,3%
	Área (mil ha)	2.478	2.203	-11,1%
Arroz	Prod. (mil ton)	2.990	2.430	-18,7%
	Área (mil ha)	1.501	984	-34,5%
Mamona	Prod. (mil ton)	87	37	-57,7%
	Área (mil ha)	134	82	-38,6%

* Excluiu-se, para fins da compilação do presente quadro, os estados do Paraná e Rondônia, haja vista sua pequena participação territorial no Cerrado. **Para a cultura do milho, excluiu-se a sobreposição de safras.

Elaboração: ARCADIS Logos, 2014.

A etapa subsequente foi realizar uma modelagem econométrica com as bases acima citadas, que compilam dados de painel. Os dados de painel são multidimensionais pois contém observações de fenômenos que variam com o tempo (produções agrícolas e suas áreas plantadas) porém também variam entre diferentes indivíduos (no caso, os estados e as mesorregiões que contém especificidades locais, topográficas, climáticas e geológicas).

Estes dados diferem de séries temporais e de dados transversais pois os primeiros mantêm o tempo como única dimensão (ou seja, a produção agrícola variando ao longo do tempo), e o segundo mantêm o indivíduo como tal (apenas as especificidades das regiões seria considerada). Os dados de painel são de especial interesse por considerarem ambas as alterações (variações que ocorrem com o tempo e que diferem entre as regiões de acordo com suas especificidades). Dessa forma, modela-se com maior precisão estimativas de tendências e fenômenos sociais.

Uma vez que se controla por efeitos fixos (constantes ou particularidades dos indivíduos observados, nesse caso os estados e municípios do Cerrado), objetiva-se estimar a heterogeneidade não observável quando se assume, como no presente caso, que esta é

constante ao longo do tempo e correlacionada às variáveis independentes. Para garantir de que não se trata de processo randômico, onde não haveria tal relação, realizou-se o teste de Hausman, além de outros testes padrão para consistência e significância⁷.

As condicionantes físicas emergem como *proxies* dos regressores fixos, ou seja, dos recortes de estado e mesorregião. A modelagem por painel consegue capturar as especificidades de cada um destes regressores, permitindo analisar recortes temporais relativamente pequenos. Esse é exatamente o caso do Cerrado, onde se tem séries temporais completas para produção agrícola e área plantada mas apenas dois recortes de seu respectivo uso e ocupação do solo⁸.

As modelagens econométricas estabeleceram, para os estados e para as mesorregiões, os parâmetros de relação, ou seja, os graus de elasticidade (não apenas de correlação) entre as variáveis: produção agrícola, disponibilidade logística, área plantada, produtividade e desmatamento. Dessa forma, compreende-se as restrições de cunho operacional e de compasso de ocupação, bem como se compreende o efeito da variável de infraestrutura.

À medida que as infraestruturas propostas se concretizem, ainda em sua virtualidade, permitem aumentar a produção por meio da ocupação de novas áreas antes não ocupáveis (alívio da restrição de oferta). Os investimentos em infraestrutura física são elementos fundamentais para as dinâmicas de crescimento, pois geram externalidades por todo o sistema econômico, viabilizando todos os setores da economia. A projeção de incremento nas atividades agrícolas, portanto, passa a ser uma somatória da produção atual e da produção que já estaria ocorrendo não fosse a restrição logística modelada⁹.

Alguns parâmetros oriundos do modelo:

- Incrementos de 1% na malha rodoviária federal e estadual pavimentada + malha ferroviária permitem um incremento de 0,31% na produção agrícola. O coeficiente confirma a restrição de oferta, uma vez que modelos estimados sem a variável logística, *ceteris paribus* (caso todas as demais variáveis permaneçam constantes), detém menor poder de explanação;

⁷ O erro da regressão é de especial importância nas análises econométricas por painel uma vez que as hipóteses sobre seu comportamento determinam quando se trata de efeitos fixos ou efeitos aleatórios. Em um modelo de efeitos fixos, entende-se que os indivíduos (no caso os estados e as mesorregiões do Cerrado) detém características que não variam estocasticamente entre indivíduos e com o tempo (análogo à uma variável *dummy* em um modelo unidimensional). Caso os erros sejam aleatórios (apresentem comportamento randômicos), necessita-se de outro tratamento estatístico para corrigir a matriz de correlação. No caso da presente modelagem, os efeitos são fixos e devidamente testados.

⁸ Notadamente: PROBIO, 2002 e PMDBBS, 2010. Ambos são extensamente utilizados no presente exercício de cenarização, como descrito no próximo capítulo.

⁹ Os investimentos em infraestrutura permitem, dentre outros: abrir novos mercados para os produtores e obter maior escala de produção, resultando em menores custos por causa de economias de escala e ganhos de produtividade; diminuir custos e favorecer a competitividade; aumentar a eficiência da economia como um todo; promover oportunidades para a ampliação e o florescimento de empreendimentos.

- Para cada nova tonelada de commodities agrícolas produzida no Cerrado, 0,18 ha de remanescentes florestais são perdidos, denotando um alto grau de elasticidade que atesta a expansão em áreas de remanescente;
- Incrementos de 1% na produtividade das commodities agrícolas resultam na redução da necessidade de se expandir áreas de plantio em 0,026%, ou seja, a demanda por mais produção é em muito superior aos ganhos com produtividade.

A menção dos parâmetros encontrados objetiva ilustrar a acuidade do modelo e confirmar o teste das hipóteses sobre a dinâmica de ocupação do Cerrado Brasileiro por meio de coeficientes estatisticamente significativos e devidamente validados.

Os parâmetros respondem, portanto, ao formato dos dados de input, descritos anteriormente (agregação das principais culturas agrícolas e mecanizadas, produtividade composta dessa agregação e da área utilizada, densidade logística em km de rodovias e ferrovias estaduais e federais pavimentadas). Dessa forma, os parâmetros deve ser compreendidos no contexto da presente estrutura metodológica, não podendo ser tomadas como verdades *ad hoc*¹⁰.

Por fim, sabe-se que todas as outras atividades produtivas, principalmente a pecuária e a silvicultura, também se beneficiam de melhores acessos logísticos. Embora o modelo tenha sido estimado utilizando-se apenas parâmetros da agricultura, as melhores condições de transporte - seja via redução de custos, novas conexões ou redução de tempos de viagem - possibilitam à pecuária se aperfeiçoar tecnologicamente com o cultivo de pastagens. Estes cultivos demandam insumos que, com altos custos de transporte, são inviabilizados. A modelagem econométrica não considerou explicitamente tal faceta do alívio da restrição logística, fato pelo qual os dados da pecuária não sofrem da mesma baliza quando de sua projeção.

2.1.2. Projeções do Alívio da Restrição de Oferta

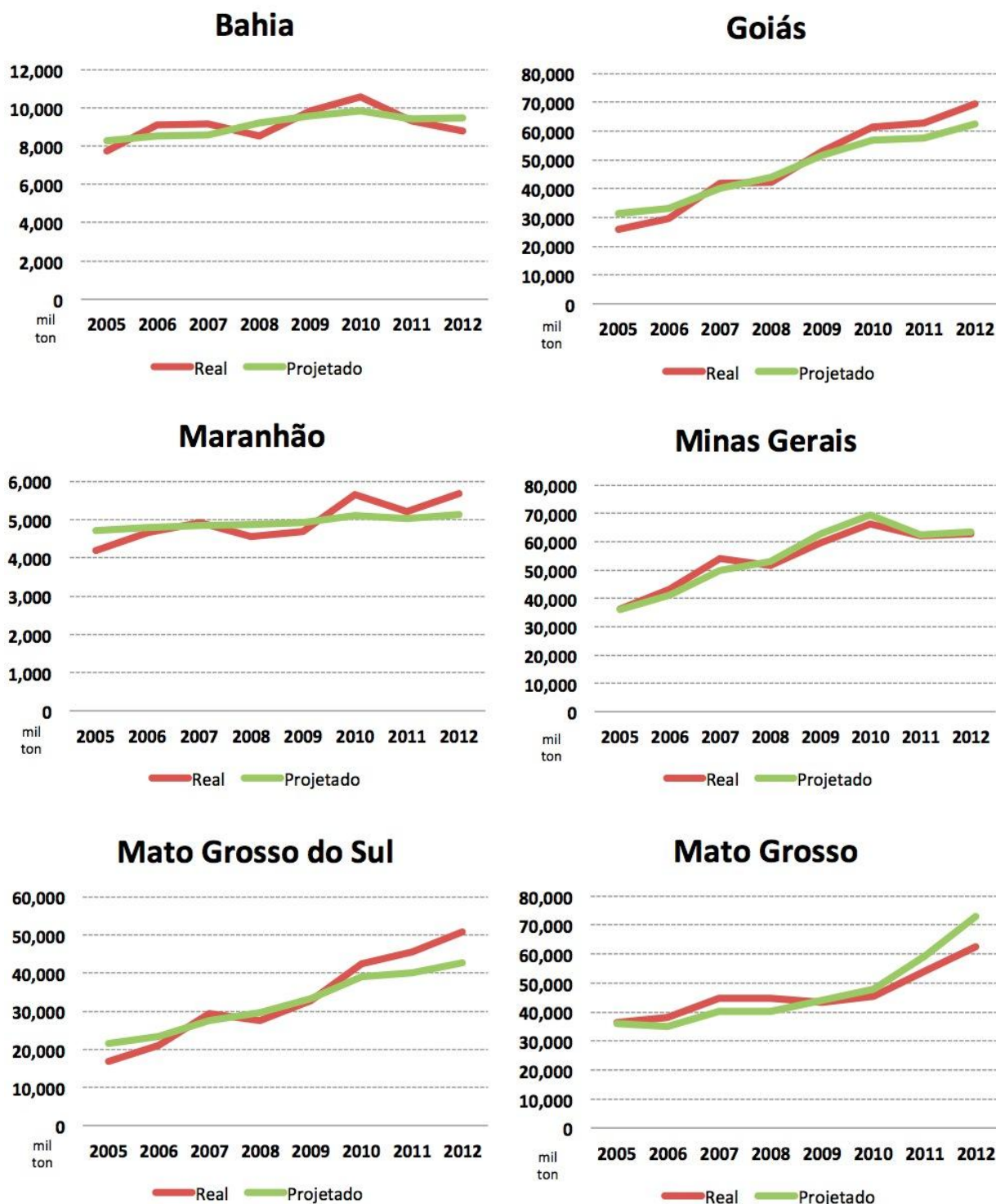
A modelagem econométrica, realizada por meio de dados de painel, permitiu extrair o grau de influência da variável "disponibilidade logística", calculada como uma variável relativa: a quantidade de quilômetros, dados pela somatória da malha rodoviária pavimentada federal e estadual com a malha ferroviária e malha hidroviária em operação dividido pela área de cada estado (km por mil ha). Cada estado componente do Cerrado sofre uma influência distinta dessa variável, cuja articulação para o futuro passa pelo acréscimo, nos intervalos temporais de 2022 e 2030, das infraestruturas planejadas para cruzarem o bioma de norte a sul e leste a oeste.

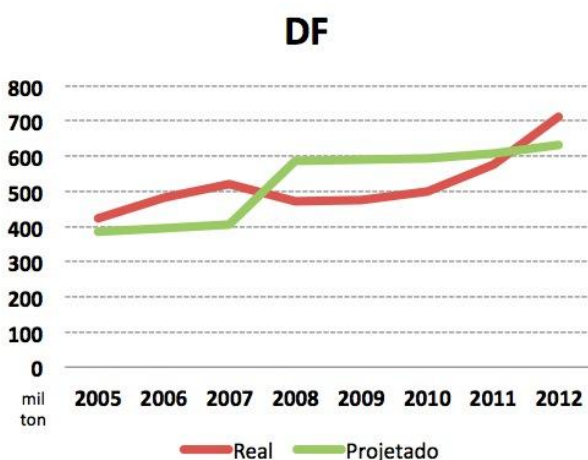
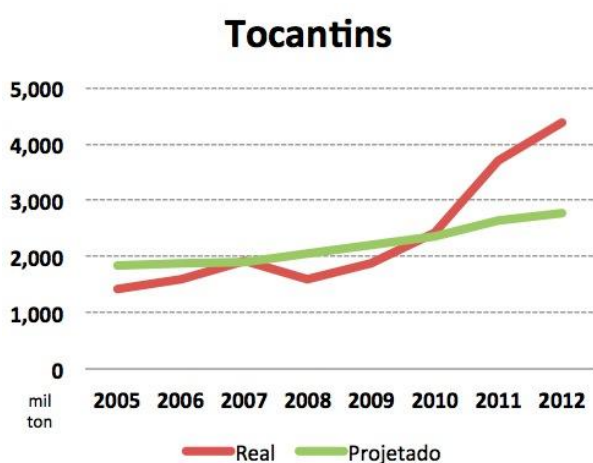
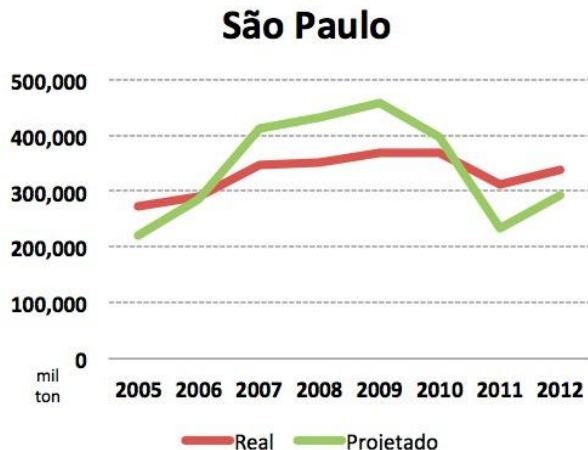
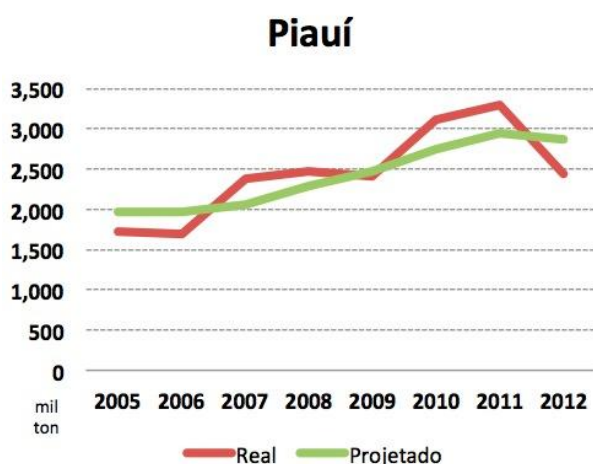
Os gráficos abaixo permitem averiguar a precisão do modelo econométrico, cuja projeção dos volumes de produção se aproxima dos dados reais. O modelo não é sensível aos

¹⁰ Como bem observou Edward Leamer, professor de economia e estatística, diretor do Anderson Forecast da University of California Los Angeles - UCLA e autor de quatro livros e mais de uma centena de artigos sobre economia (em especial sobre econometria aplicada): "*há duas coisas que é melhor não se saber como são feitas: salsichas e modelos econométricos*". Essa frase, embora devidamente referenciada, é também atribuída à outros casos, como por exemplo, "*(...) salsichas e política*". Enfim...

movimentos sazonais, embora capture com bastante precisão a tendência de médio e longo prazos. O R^2 ajustado do modelo é de 0,9947.

Gráfico 2-1 Validação do modelo econométrico, apresentando os volumes de produção passado (PAM/IBGE, em mil toneladas) e os resultados do modelo.





Elaboração: ARCADIS Logos, 2014.

Nota-se que a legenda dos gráficos indica o volume agregado de produção das commodities agrícolas consideradas (cana de açúcar, soja, milho, algodão, feijão, arroz e mamona). Essa escala atende à necessidade de se modelar o uso da área agrícola adicional dado o alívio na restrição de oferta, ou seja, os volumes não fazem sentido *per se*, mas sim dentro dessa lógica de transformá-los, dada as projeções na produtividade de cada uma dessas culturas, em área ocupada.

Uma implicação desse raciocínio é que a projeção desconsidera a alocação entre essas culturas dentro de um determinado espaço (município, microrregião, mesorregião ou estado). Para os fins do macro planejamento do território, independe quais culturas serão produzidas, mas sim seu impacto agregado na ocupação do espaço¹¹.

Ao modelo econométrico se adicionaram as diferenças esperadas no futuro com os novos desenvolvimentos logísticos à nível federal para rodovias, ferrovias e hidrovias, conforme

¹¹ A lógica da dinâmica de fronteira, identificada no Produto 1 - Diagnóstico Estratégico, é aqui continuada. Entende-se que todas as principais culturas tem rendimentos marginais positivos, o que gera uma pressão agregada, por mais que em um determinado período uma das culturas possa atravessar um período de baixa demanda.

descrito no Diagnóstico Estratégico (Produto 1) e à nível estadual para rodovias. O quadro abaixo traz os incrementos esperados em km, por estado, para os recortes temporais de 2022 e 2030 segregados pelos três modais.

Quadro 2-2 Variações esperadas nas redes de transporte.

KM	Malha atual (2012)			Incremento de 2012 até 2022			Incremento de 2022 até 2030		
	Rodo	Ferro	Hidro	Rodo	Ferro	Hidro	Rodo	Ferro	Hidro
BA	13.800	1.524	0	7.181	537	0	0	653	918
DF	830	35	0	83	0	0	0	81	0
GO	11.095	685	0	1.756	785	0	0	393	0
MA	6.882	1.397	0	2.643	80	0	0	372	585
MG	21.894	4.678	0	2.685	252	0	0	491	403
MS	7.281	1.662	0	2.887	112	0	0	734	136
MT	7.346	14	0	6.407	166	0	0	1.385	2.564
PI	6.564	240	0	992	28	0	0	248	585
SP	17.256	5.018	239	1.125	90	0	0	264	0
TO	6.719	0	0	502	619	0	0	389	623
TOTAL	115.358	17.717	239	27.906	2.669	0	0	5.010	5.814

Elaboração: ARCADIS Logos, 2014.

A tabela abaixo traz os dados da produção atual de commodities agrícolas nos estados do Cerrado para 2013 e os resultados da modelagem de alívio da restrição agrícola. Ou seja: projetam-se os incrementos na produção resultantes da variação da densidade nas malhas de infraestrutura previstas para 2022 e 2030.

Os resultados surpreendem: caso os incrementos logísticos de 2022 estivessem operacionais hoje, os estados listados estariam produzindo 10% a mais do que efetivamente produziram em 2013. Respeitando-se a atual alocação de culturas entre as diversas áreas de plantio, isso representa um volume de 74 milhões de toneladas a mais. Estendendo-se o mesmo caso para 2030, a produção seria 14% superior, agregando à produção 100 milhões de toneladas em relação à 2013.

Tabela 2-1 Modelagem da produção agrícola com alívio da restrição logística.

MIL TON	2013	2022 (P)	2030 (P)	Δ 2013 a 2022	Δ 2022 a 2030	% 2013 a 2022	% 2022 a 2030
BA	10.147	15.502	16.899	5.355	1.397	52,80%	9,00%
DF	770	779	779	9	0	1,20%	0,00%
GO	76.921	96.979	100.170	20.058	3.538	26,10%	3,60%
MA	6.176	7.965	8.709	1.789	745	29,00%	9,40%
MG	72.688	84.896	89.005	12.208	4.109	16,80%	4,80%
MS	57.277	74.315	80.147	17.039	5.831	29,70%	7,80%
MT	61.663	77.271	88.489	15.608	11.218	25,30%	14,50%
PI	4.031	4.571	5.065	540	494	13,40%	10,80%
PR	80.680	80.680	81.207	0	528	0,0%	0,70%
RO	1.366	1.448	1.448	81	0	6,00%	0,00%
SP	366.920	368.184	368.191	1.264	7	0,30%	0,00%
TO	5.270	5.973	6.687	703	715	13,30%	12,00%
TOTAL	743.908	818.562	847.143	74.654	28.581	10,00%	3,50%

Somatória dos volumes de produção das culturas de cana de açúcar, soja, milho, algodão, feijão, arroz e mamona; as projeções mantêm fixa a alocação de culturas.

Elaboração: ARCADIS Logos, 2014.

Os valores de incremento na produção indicam que há uma significativa ineficiência econômica, hipótese levantada no Diagnóstico Estratégico (Produto 1) e indicada pelo resultado da modelagem realizada como provável. Autores que discutem o tema de uma possível restrição econômica em função da falta de infraestrutura logística são: SILVA (2013), FERREIRA (2009), FERREIRA et. al (2013), SANTOS (2011), RIBEIRO (2010) e CASTRO (2002). Estes, embora não o façam de forma quantitativa, corroboram com a hipótese levantada. Já RODRIGUES e MIZIARA (2008), ao analisarem a dinâmica da pecuária no estado de Goiás mediante um modelo baseado na teoria da renda fundiária de Von Thünen, identificam que as três variáveis fundamentais que explicam a distribuição da atividade são: localização, topografia e fertilidade do solo. Mais interessante, os autores concluem que é justo a variável "localização" que melhor explica a espacialização da agropecuária naquele Estado.

A Companhia Nacional de Abastecimento - CONAB, no documento intitulado Corredores de Escoamento da Produção Agrícola menciona: "*A velocidade no crescimento das safras ultrapassou, em larga margem, os investimentos ocorridos nos diversos modais, causando um forte descompasso estrutural, que vem afetando negativamente a rentabilidade e a disposição do produtor rural em continuar aumentando sua área plantada.*" (2005, página 5).

A providência de adequadas malhas logísticas na região central Brasileira alivia a restrição atuante e permite uma resposta bastante contundente do setor agropecuário, seja via incrementos na produção pela redução dos custos de transporte, seja pela "aproximação" (relativa) de novas áreas para expansão.

Os valores apresentados na tabela acima são, na próxima etapa, somados à projeção da tendência de incremento na produção agrícola.

2.1.3. Projeções do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

As projeções acima descritas são aquelas que indicam o quanto o alívio da restrição logística resultaria em acréscimos de produção. Ou seja, pressupõe-se que tais quantidades já deveriam estar sendo produzidas caso as restrições logísticas assim permitissem.

À esta projeção adiciona-se a projeção tendencial do setor agrícola, capturadas por meio do estudo do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) intitulado "**Projeções do Agronegócio: Brasil 2012/13 a 2022/23 - projeções de longo prazo**" (2013). Tais projeções, realizadas de forma pioneira para o País com base em modelos econométricos específicos e com longas séries temporais, analisou 26 produtos (MAPA 2013, página 12)¹².

O citado estudo projetou o volume de produção para as culturas pertinentes ao estudo prospectivo do bioma Cerrado, dando como parâmetros um valor projetado tendencial e outro como limite superior. Ambos os valores foram utilizados para a transposição dessa projeção para o Cerrado, utilizando-se o valor projetado tendencialmente como base para o ano de 2022 e o limite superior como referencial para atingimento em 2030.

As projeções do MAPA (2013) indicam um acréscimo de produção para 2023 da ordem de 38 milhões de toneladas (MTPA) em grãos, atingindo daqui há uma década o volume total de 222 MTPA. Para a cana-de-açúcar, a projeção é de um incremento da ordem de 244 milhões de toneladas às atuais 589 MTPA, atingindo-se portanto um volume de 833 MTPA.

As projeções do MAPA refletem as expectativas do setor, corroboradas pelo relatório da Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) de 2010 que previu a expansão da agricultura Brasileira para o período de 2009 a 2019 em 38%, o dobro da média mundial. Para efeitos de comparação, a expansão projetada para outros importantes países produtores de alimentos foi: Estados Unidos, Canadá e Austrália com cerca de 10%; União Europeia com 4%; China e Índia com aproximadamente 22%; e Rússia e Ucrânia em torno de 27%.

O quadro abaixo resume tais projeções, destacando a variação entre os dez anos de intervalo e a taxa de crescimento anual esperada.

¹² Os modelos estatísticos usados foram: Suavização Exponencial, Box & Jenkins (Arima) e Modelo de Espaço de Estados. Os produtos analisados foram: milho, soja, trigo, laranja, suco de laranja, carne de frango, carne bovina, carne suína, cana-de-açúcar, açúcar, algodão, farelo de soja, óleo de soja, leite in natura, feijão, arroz, batata inglesa, mandioca, fumo, café, cacau, uva, maçã, banana, papel e celulose. Fonte: MAPA, 2013.

Quadro 2-3 Projeções para 2023 da Agropecuária Brasileira, MAPA (2013).

MIL TON	2013	2023 (P)	Δ 2013 a 2023	Taxa de variação (2013 a 2023)	Taxa anual de variação (2013 a 2023)
Cana-de-açúcar	589.129	833.172	244.043	41,42%	3,53%
Soja	81.513	99.248	17.735	21,76%	1,99%
Milho	77.998	93.619	15.621	20,03%	1,84%
Algodão	1.346	2.525	1.179	87,59%	6,49%
Arroz	12.369	13.745	1.376	11,12%	1,06%
Feijão	2.856	3.262	406	14,22%	1,34%
Carne bovina	8.930	10.935	2.005	22,45%	2,05%
Silvicultura (papel + celulose)	24.603	31.198	6.595	26,81%	2,40%

Fonte: MAPA (2013). Compilação: ARCADIS Logos, 2014.

As projeções apresentadas pelo relatório do MAPA (2013) são para o Brasil todo, salvo algumas culturas que trazem especificidades estaduais. A partir das projeções para o Brasil, acima apresentadas, realizou-se a distribuição para o bioma Cerrado considerando-se a distinção entre os ritmos de desenvolvimento recente de cada uma das culturas em cada um dos municípios componentes do bioma.

A metodologia utilizada parametriza a análise da contribuição relativa de cada cultura em cada município como parte de um todo maior por meio do método *shift-share*. Tal metodologia leva a mudança de uma variável, ocorrida ao longo do tempo, e a quebra em vários componentes. O ritmo de cada um componente é, então, decomposto para se conhecer a contribuição de cada uma das partes no todo.

A partir dos ritmos de mudança antevista para o país, assim, foi decomposto para cada estado e município os ritmos de participação relativa passada. As projeções futuras consideram tais ritmos para conceder as contribuições relativas no futuro. Como exemplo tem-se que o município de Aliança do Tocantins cresceu seu rebanho bovino ao ritmo de 2,4% ao ano entre os anos de 2002 e 2012. A mesorregião à qual pertence, Ocidental do Tocantins, também cresceu seu rebanho em 2% ao ano no mesmo período, indicando que este é um município expoente, principalmente quando o ritmo de acréscimo de cabeças bovinas do estado do Tocantins no mesmo período foi de 1% ao ano (dentro os municípios no bioma Cerrado).

Procura-se com o *shift-share* manter consistência entre os agregados maiores (Brasil) e menores (municípios) ao se partir do ritmo de evolução de médio e longo prazo do País, dado pelas projeções do MAPA (2013). As passagens foram realizadas de País para Estado para Mesorregião para Município. Projeta-se assim a continuidade dos ritmos de participação relativa passada, em linha com a dinâmica identificada pelo Produto 1 - Diagnóstico Estratégico.

O quadro abaixo traz as taxas anuais de crescimento para as culturas agrícolas selecionadas nos últimos 8 anos para os estados que compõe o bioma Cerrado e os demais territórios nacionais. Percebe-se nesse exercício um crescimento significativo no plantio das culturas agrícolas que é ainda mais intenso no bioma Cerrado.

Quadro 2-4 Taxas anuais de incremento nas culturas selecionadas.

	Taxa anual de variação na quantidade produzida entre 2005 e 2013		
	Estados* do Cerrado	Restante do Brasil	Δ da taxa entre Cerrado e Resto BR
Cana de açúcar	5,66%	1,95%	3,63%
Soja	5,16%	4,63%	0,50%
Milho**	11,37%	2,15%	9,02%
Algodão	1,92%	-12,57%	16,56%
Feijão	0,74%	-2,45%	3,27%
Arroz	-2,49%	1,47%	-3,91%
Mamona	-10,20%	-13,40%	3,70%
TOTAL DAS CULTURAS	7,02%	2,91%	3,99%

* Excluiu-se, para fins da compilação do presente quadro, os estados do Paraná e Rondônia, haja vista sua pequena participação territorial no Cerrado. **Para a cultura do milho, excluiu-se a sobreposição de safras.

Elaboração: ARCADIS Logos, 2014.

Além da desagregação das projeções nacionais pelo método de *shift-share*, as projeções do MAPA (2013) realizadas para o ano de 2023 foram estendidas para o ano de 2030. Assumiu-se como premissa que em 2030 o País produzirá o limite superior das projeções calculadas pelos sistemas econométricos do citado estudo.

Como um parâmetro geral, no agregado das culturas e dos estados considerados, a taxa anual de crescimento da produção de 2013 até 2022 é de 3,50%. Já de 2022 até 2030 a taxa anual é de 2,34%. No total do período (2013 a 2030), a taxa anual de acréscimo da produção é de 2,95%. Os resultados são reproduzidos na tabela abaixo.

Tabela 2-2 Projeções MAPA (2013) para 2022, estendidas para 2030 e distribuídas nos estados.

MIL TON	2013	2022 (P)	2030 (P)	Δ 2013 a 2022	Δ 2022 a 2030	% 2013 a 2022	% 2022 a 2030
BA	10.147	17.213	16.618	7.066	-594	69,60%	-3,50%
DF	770	1.205	1.529	435	324	56,40%	26,90%
GO	76.921	117.816	130.344	40.895	12.529	53,20%	10,60%
MA	6.176	9.788	10.707	3.613	918	58,50%	9,40%
MG	72.688	96.121	110.498	23.433	14.378	32,20%	15,00%
MS	57.277	105.195	117.252	47.918	12.057	83,70%	11,50%
MS	61.663	77.627	83.490	15.964	5.863	25,90%	7,60%
PI	4.031	6.144	7.303	2.113	1.159	52,40%	18,90%
PR	80.680	96.433	123.105	15.753	26.672	19,50%	27,70%
RO	1.366	1.991	2.460	624	469	45,70%	23,60%
SP	366.920	476.527	607.064	109.607	130.538	29,90%	27,40%
TO	5.270	8.162	9.717	2.892	1.555	54,90%	19,00%
TOTAL	743.908	1.014.220	1.220.087	270.312	205.867	36,30%	20,30%

Somatória dos volumes de produção das culturas de cana de açúcar, soja, milho, algodão, feijão, arroz e mamona; as projeções mantém fixa a alocação de culturas. Estados componentes do bioma Cerrado; na cenarização esses valores são específicos para cada município.

Elaboração: ARCADIS Logos, 2014.

A próxima etapa, abaixo descrita, é a agregação das duas técnicas de projeção apenas descritas: a projeção econométrica via alívio de restrição e a projeção tendencial dada pelo MAPA (2013).

2.1.4. Projeções Agregadas para a Agricultura

O resultado da somatória do alívio da restrição da produção pela implantação logística e das projeções tendenciais do MAPA (2013) resultam nos seguintes valores agregados: acréscimo de 345 MTPA entre 2013 e 2022; acréscimo de 234 MTPA entre 2022 e 2030; perfazendo um acréscimo total de 579 MTPA entre 2013 e 2030. O ritmo de crescimento das atividades é vigoroso em todos os estados, denotando a dinâmica do setor em resposta às demandas interna e externa¹³.

No geral, a taxa anual de crescimento entre 2013 e 2022 é de 4,32%; entre 2022 e 2030 de 2,47% e no intervalo entre 2013 e 2030, 3,45%. Estas taxas são, respectivamente, 0,79%, 0,13% e 0,48% maiores do que as taxas projetadas exclusivamente pelo MAPA (2013) e

¹³ Para uma análise detalhada das demandas que se traduzem na projeção apresentada, ver o Produto 1, Diagnóstico Estratégico.

devidamente distribuídas nos estados de interesse. Essa diferença é atribuída ao alívio da restrição logística, conforme a modelagem econométrica apresentada.

Tabela 2-3 Projeção do incremento da produção agrícola fruto da tendência antevista pelo MAPA mais o alívio das restrições logísticas.

MIL TON	2013	2022 (P)	2030 (P)	Δ 2013 a 2022	Δ 2022 a 2030	% 2013 a 2022	% 2022 a 2030
BA	10.147	22.568	23.370	12.421	802	122,40%	3,60%
DF	770	1.214	1.538	444	324	57,60%	26,70%
GO	76.921	137.874	153.940	60.953	16.066	79,20%	11,70%
MA	6.176	11.577	13.241	5.402	1.663	87,50%	14,40%
MG	72.688	108.329	126.816	35.642	18.487	49,00%	17,10%
MS	57.277	122.233	140.122	64.956	17.888	113,40%	14,60%
MS	61.663	93.234	110.315	31.571	17.081	51,20%	18,30%
PI	4.031	6.684	8.337	2.653	1.653	65,80%	24,70%
PR	80.680	96.433	123.632	15.753	27.200	19,50%	28,20%
RO	1.366	2.072	2.541	706	469	51,70%	22,60%
SP	366.920	477.791	608.336	110.871	130.545	30,20%	27,30%
TO	5.270	8.865	11.134	3.595	2.269	68,20%	25,60%
TOTAL	743.908	1.088.874	1.323.322	344.966	234.448	46,40%	21,50%

Somatória dos volumes de produção das culturas de cana de açúcar, soja, milho, algodão, feijão, arroz e mamona; as projeções mantém fixa a alocação de culturas. Estados componentes do bioma Cerrado; na cenarização esses valores são específicos para cada município.

Elaboração: ARCADIS Logos, 2014.

2.1.5. As projeções da Agricultura e os Cenários

O cruzamento das modelagens econométricas e da visão de seus parâmetros articulados no território por município, como será descrito no capítulo seguinte, permite estabelecer as projeções futuras das atividades agrícolas, pecuárias e de silvicultura para os recortes temporais desejados de 2022 e 2030 no território. Para tanto, tem-se a articulação das áreas demandadas para estas atividades no futuro. O volume de produção não é objeto dos cenários, mas sim um passo intermediário no cálculo da área necessária para que essas atividades ocorram.

De fundamental consideração na projeção das mencionadas atividades produtivas estão as taxas de produtividade. Tanto na agricultura quanto na pecuária, um maior adensamento produtivo economiza a expansão para novas áreas - efeito poupa-terra, resultando em um parâmetro bastante sensível na modelagem.

Para as atividades agrícolas adotou-se o incremento de produtividade modelado pelo MAPA (2013). Utilizando-se da metodologia *shift-share*, os ritmos de evolução local ao longo dos últimos nove anos - a nível de município e cultura - foram considerados. Dessa forma as

especificidades de cada município componente do Cerrado são mantidas, controlando-se assim as condições físicas e climáticas de cada local e cultura.

Quadro 2-5 Produtividade das culturas consideradas.

	Cana de Açúcar	Soja	Milho	Algodão	Feijão	Arroz	Mamona
Produtividade em 2013 (ton/ha)*	78,01	2,94	4,91	3,82	1,03	2,51	0,65
Incremento anual projetado para 2030	0,90%	0,20%	1,20%	2,10%	2,60%	-0,50%	0,00%

* Média dos estados componentes do bioma Cerrado; na cenarização esses valores são específicos para cada município.

Fonte: MAPA (2013). Compilação: ARCADIS Logos, 2014.

Uma vez que se obtém a projeção das atividades agropecuárias e suas taxas de produtividade para os recortes de 2022 e 2030, torna-se possível estimar a área necessária para comportar tamanha atividade. A partir da área necessária, articula-se nos cenários a extensão da ocupação e sua interação com as demais atividades no território.

Os resultados agregados por estado são apresentados na tabela abaixo, onde se denota um acréscimo na área plantada de 23 milhões de hectares entre os anos de 2013 e 2022 para os estados componentes do bioma Cerrado¹⁴. Para os oito anos subsequentes, a demanda por área para as atividades agrícolas sobe em 16 milhões de hectares. Estes valores representam um acréscimo sobre a área plantada de 2013 de 47% e 80% em 2022 e 2030, respectivamente.

¹⁴ Na cenarização as áreas apresentadas são alteradas uma vez que são desagregadas em municípios componentes do Cerrado e, mais especificamente, nos hexágonos que descrevem cada município no território do Cerrado. Tal metodologia é descrita no próximo capítulo.

Tabela 2-4 Projeção da área plantada em 2022 e 2030.

MIL HA	2013	2022 (P)	2030 (P)	Δ 2013 a 2022	Δ 2022 a 2030	% 2013 a 2022	% 2022 a 2030
BA	3.013	5.222	6.337	2.209	1.115	73,30%	21,40%
DF	146	260	423	114	164	78,40%	63,00%
GO	5.261	8.139	9.663	2.878	1.524	54,70%	18,70%
MA	1.652	2.295	2.841	642	546	38,90%	23,80%
MG	3.711	5.202	6.277	1.491	1.076	40,20%	20,70%
MS	4.258	7.013	8.612	2.755	1.598	64,70%	22,80%
MS	12.948	18.196	23.344	5.248	5.148	40,50%	28,30%
PI	1.395	1.870	2.376	475	506	34,10%	27,10%
PR	8.719	12.782	14.735	4.062	1.954	46,60%	15,30%
RO	434	564	666	131	102	30,10%	18,10%
SP	6.307	9.153	11.188	2.846	2.035	45,10%	22,20%
TO	938	1.191	1.527	253	336	26,90%	28,20%
TOTAL	48.783	71.887	87.989	23.104	16.103	47,40%	22,40%

Somatória das áreas plantadas com as seguintes culturas: cana de açúcar, soja, milho, algodão, feijão, arroz e mamona. Estados componentes do bioma Cerrado; na cenarização esses valores são específicos para cada município.

Elaboração: ARCADIS Logos, 2014.

Os ganhos de produtividade permitem que a produção projetada ocorra em uma área significativamente menor do que ocorreria pelos atuais parâmetros de produção, ou seja, nota-se um significativo efeito poupa-terra. No cômputo geral, tal efeito economiza uma área de 6,3 milhões de hectares em 2022 e um total de 14,2 MHA em 2030, como demonstra o quadro abaixo.

Tabela 2-5 Efeito poupa-terra projetado para a agricultura, para 2022 e 2030.

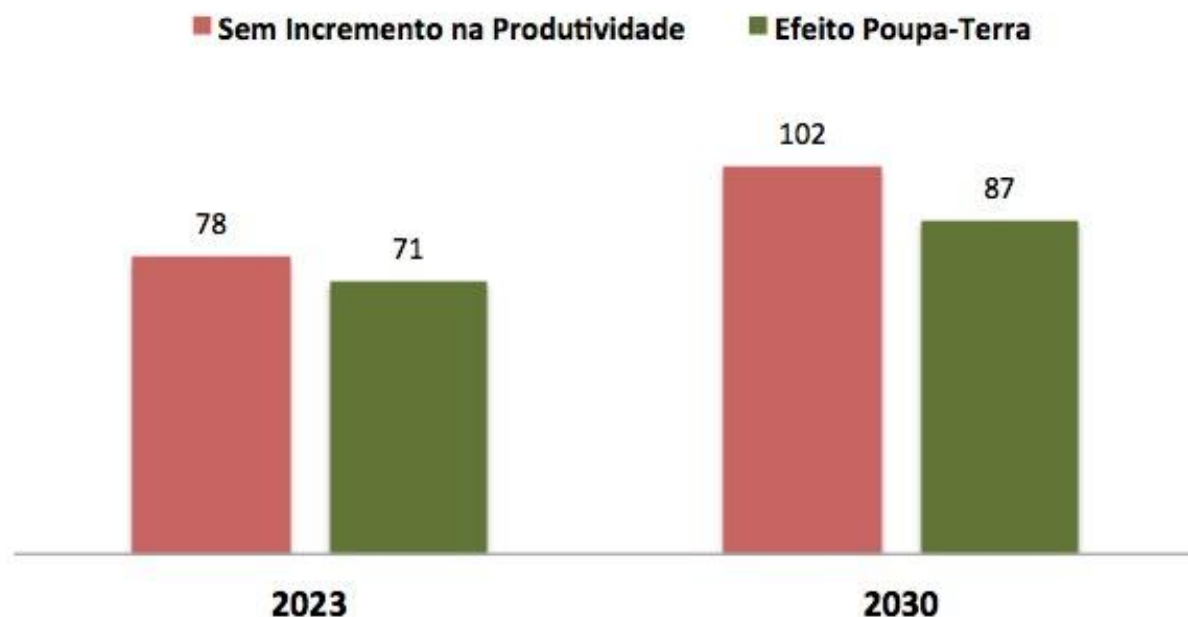
MIL HA	Área poupada pela produtividade em 2022	Área poupada pela produtividade em 2030	% poupado em 2022	% poupado em 2030
BA	796	1.493	15,20%	23,60%
DF	32	86	12,30%	20,40%
GO	786	1.697	9,70%	17,60%
MA	671	1.096	29,30%	38,60%
MG	441	1.024	8,50%	16,30%
MS	1.636	2.774	23,30%	32,20%
MS	406	2.242	2,20%	9,60%
PI	333	625	17,80%	26,30%
PR	832	2.092	6,50%	14,20%
RO	60	124	10,60%	18,60%
SP	0	454	0,00%	4,10%
TO	306	531	25,70%	34,80%
TOTAL	6.299	14.237	8,80%	16,20%

Em relação à somatória das áreas plantadas com as seguintes culturas: cana de açúcar, soja, milho, algodão, feijão, arroz e mamona. Estados componentes do bioma Cerrado; na cenarização esses valores são específicos para cada município.

Elaboração: ARCADIS Logos, 2014.

Para facilitar a visualização do potencial de poupa-terra, ilustra-se abaixo os dados agregados, projetados para 2023 e 2030.

Gráfico 2-2 Efeito poupa-terra projetado para a agricultura, para 2022 e 2030 em milhões de hectares.



Elaboração: ARCADIS Logos, 2014.

2.2. Pecuária: estimativa da produção e lotação

2.2.1. Projeções da Produção da Pecuária

O dado de quantidade de cabeças bovinas para a série temporal de 2002 a 2012 foi obtido pela Pesquisa da Pecuária Municipal (PPM) do IBGE. Como taxa de variação futura do efetivo bovino no Cerrado foi utilizada projeção do MAPA (2013) de variação anual de 2,05% na produção da carne bovina. Segundo o relatório, a produção de carne bovina em 2023 deverá ser de 2 milhões de toneladas maior do que a atual (em 2013 de 8,93 milhões de toneladas).

A projeção da produção do MAPA não trata especificamente do efetivo bovino e sequer da área que este deverá ocupar no futuro, mas sim da produção de carne. Assim, a projeção foi calibrada com informações coletadas ao longo das oficinas participativas para as expectativas do setor quanto aos incrementos na produtividade animal. A conversão de quilos por hectare é uma função não apenas da taxa de lotação mas também do próprio desempenho do animal, este dependente da qualidade da forragem, da sanidade animal, da genética e também do tempo para o abate.

Da taxa de incremento anual de 2,05% projetada pelo MAPA para a produção de carne, parte será oriunda da melhoria nas forragens, genéticas e etc. Considerou-se para as projeções uma taxa de acréscimo na área utilizada para a atividade pecuária de 1,8% ao ano de forma a compensar os acréscimos no desempenho animal.

Para o ano de 2022 se projeta um acréscimo de 17 milhões de cabeças bovinas às atuais 92,2 milhões que habitam os estados que contém o bioma Cerrado. Para 2030, o acréscimo

total relativo à 2013 é de 32,5 milhões de cabeças, ou 1,9 milhão de cabeças bovinas a mais por ano. Tal como para as projeções agrícolas, os valores ajustados pela projeção MAPA (2013) foram desagregados pelo método *shift-share*, considerando os ritmos de incremento em cada um dos municípios componentes do bioma Cerrado, tal como trabalhado anteriormente.

Tabela 2-6 Projeção da Produção Pecuária em 2022 e 2030.

MIL CABEÇAS BOVINAS	2013	2022 (P)	2030 (P)	Δ 2013 a 2022	Δ 2022 a 2030	% 2013 a 2022	% 2022 a 2030
BA	2.306	3.534	4.110	1.228	576	53,30%	16,30%
DF	101	96	107	-4	11	-4,40%	11,40%
GO	21.318	25.254	28.769	3.936	3.515	18,50%	13,90%
MA	4.535	7.226	8.427	2.691	1.201	59,40%	16,60%
MG	14.265	18.117	20.767	3.852	2.650	27,00%	14,60%
MS	19.735	19.497	21.803	-238	2.306	-1,20%	11,80%
MT	16.460	20.985	24.062	4.525	3.077	27,50%	14,70%
PI	739	899	1.027	161	128	21,80%	14,20%
PR	159	194	221	35	28	22,20%	14,20%
RO	95	90	100	-5	10	-5,30%	11,30%
SP	4.938	4.461	4.937	-477	475	-9,70%	10,70%
TO	7.544	9.062	10.337	1.518	1.275	20,10%	14,10%
TOTAL	92.192	109.415	124.667	17.222	15.252	18.7%	13,90%

Somatória do rebanho por estado agregando seus municípios componentes do bioma Cerrado; na cenarização esses valores são específicos para cada município.

Elaboração: ARCADIS Logos, 2014.

2.2.2. Projeções da Área Ocupada pela Pecuária

Uma vez que a articulação das projeções no território para a composição dos cenários é dependente exclusivamente da área, uma estimativa desta se fez necessária. Infelizmente, a PPM não traz informações sobre a área demanda por município para a realização da atividade, de forma que a relação entre a quantidade de cabeças bovinas e a taxa de lotação foi estimada da seguinte forma:

- Para o ano de 2002, a produtividade bovina pôde ser inferida com certo grau de acurácia uma vez que o mapeamento PROBIO (2004) qualificou a área mapeada para a atividade de pastagem;
- Para esse mesmo ano, 2002, a PPM traz os quantitativos do rebanho por município de forma que se faz possível estimar as taxas de lotação;
- A PPM também traz para o ano de 2010 os quantitativos de rebanho por município;
- Para a estimativa da área dedicada, em 2010, exclusivamente à essa atividade, utilizou-se da seguinte inferência:

- identificou-se, pelo mapeamento de 2010 (PMDBBS), o total da área antropizada,
- desta área subtraíram-se áreas urbanas, devidamente qualificadas pelo próprio mapeamento (PMDBBS, 2010),
- infere-se que a área resultante, por ser antropizada, detenha alguma destas atividades: agricultura, pecuária, silvicultura ou mineração:
 - para se subtrair a área de silvicultura, fez-se a projeção de crescimento desta a partir do mapeamento de 2002 (PROBIO, 2004) pela taxa de 2% de incremento ao ano,
 - para a área de mineração, fez-se o mesmo procedimento de se manter a área mapeada em 2002 (PROBIO, 2004), mas sem acréscimo para 2010,
 - por fim, para a subtração da área sob agricultura, utilizou-se a área modelada (conforme detalhado no item anterior).
- a área mapeada como antropizada e excludente dessas atividades foi, então, alocada à atividade da pecuária;
- Uma vez estimada a área utilizada pela pecuária, em 2010, e sabendo-se do tamanho dos rebanhos, foi possível estimar as taxas de lotação por município;
- Com base nas lotações de 2002 e de 2010, pôde-se estimar taxas de variação na lotação por município componente do bioma Cerrado.

Tal como para a agricultura, a variação nas taxas de lotação (unidades animais por hectare) torna-se primordial para a compreensão da evolução futura da área que será demandada pela atividade pecuária. O ritmo adotado para os incrementos nas taxas de lotação foi de 4,43% ao ano, valor observado para a região Centro-Oeste entre os censos agropecuários de 1996 e 2006.

Há uma intrínseca dificuldade de se mensurar a produtividade bovina uma vez que existem pastagens extensivas, pastagens intensivas e uma diversidade de variações nesse espectro que passam de rotações de pasto à processos semi-intensivos.

Segundo STRASSBURG (2014), ao se considerar áreas degradadas, atualmente utiliza-se no Brasil cerca de um terço do potencial das pastagens disponíveis. Caso a pecuária passe a utilizar metade deste potencial, em 30 anos conseguiria aumentar em 50% a produção de carne e liberar 32 milhões de hectares para outros cultivos. Potencialmente, portanto, os incrementos nas taxas de lotação podem ser significativamente superiores aos 4,43% anuais modelados caso as pastagens extensivas sejam intensificadas.

Não obstante, sabe-se que a mecânica de fronteira é conduzida pelo baixo custo de oportunidade do avanço das atividades pecuárias sobre as áreas de remanescentes de vegetação nativa uma vez que as atividades de agricultura e silvicultura rentabilizam a terra em maior escala e exige, para tanto, os melhores solos. A liberação de área pela pecuária pressupõe avançado estágio na teoria da transição florestal. Tal como citado anteriormente, BARRETTO et al. (2013) não encontra evidências de que, nas terras de fronteira do Centro-Oeste Brasileiro, tal estágio se iniciou.

Adicionalmente, tem-se que o atingimento do estágio de liberação de área depende de esforços para se aumentar a produtividade do setor ao longo de áreas vastas de Cerrado,

dentre os quais se incluem i) instrumentos (efetivos) de planejamento territorial integrado; ii) oferta de linhas de crédito compatíveis com a pecuária; iii) assistência técnica integrada.

Atualmente a pecuária extensiva ocorre em grande quantidade e em detrimento da pecuária intensificada. Para que esta se intensifique, a maior disponibilização de infraestrutura logística se faz necessária, pois há demanda de significativas quantidades de insumo para os pastos cultivados. Além disso, a intensificação se dá primeiramente pelas fazendas com larga escala de produção. Segundo STRASSBURG (2012), propriedades que operam em maior escala conseguem ganhos mais atrativos pela adoção de tecnologias de intensificação. Este efeito remete às economias de escala em vários aspectos individuais da operação, e para a diluição dos custos fixos sobre uma área maior.

Novamente segundo STRASSBURG (2012), investimentos na melhoria da produtividade conduz a ganhos significativos nas operações de pecuária para os produtores de quaisquer escala. Dessa forma, embora de difícil mensuração, entende-se que há potencial suficiente para o incremento nas taxas de lotação ao ritmo posto de 4,43% ao ano. Enquanto que potencialmente o incremento pode ser ainda maior, a série de incertezas relativas ao ritmo de conversão das atividades extensivas para intensivas, dependente de esforços significativos em termos de governança, incentivos e assistência implica em prudência a manutenção da taxa mencionada.

Uma vez obtidas as projeções de produção pecuária para 2022 e 2030 (efetivo bovino), realizou-se a conversão dessa produção em área ocupada. A taxa de lotação, tal como para a agricultura, perfaz fundamental parâmetro para essa conversão, uma vez que tem o potencial de poupar áreas. O ritmo anual de incremento nas taxas de lotação foi articulado via *shift-share* para os intervalos de 2022 e 2030, mantendo-se as relações de variação relativa entre os agregados menores - o que carrega para a projeção as especificidades de cada município.

O quadro abaixo apresenta a projeção de áreas demandadas em 2022 e 2030 para comportar a atividade pecuária, que não obstante o incremento em sua taxa de lotação, ainda se mantém como uma atividade relativamente pouco intensificada. A demanda agregada de áreas entre 2013 e 2022 é de 21,4 milhões de hectares. Já em relação ao ano de 2030, 35 milhões de hectares a mais se fazem necessários para comportar o incremento na produção.

Tabela 2-7 Projeção da área demandada pela pecuária, em 2022 e 2030.

MIL HA	2013	2022 (P)	2030 (P)	Δ 2013 a 2022	Δ 2022 a 2030	% 2013 a 2022	% 2022 a 2030
BA	3.799	4.867	5.147	1,068	280	28,10%	5,80%
DF	188	182	192	-6	10	-3,00%	5,30%
GO	17.033	21.405	24.185	4,372	2.780	25,70%	13,00%
MA	3.714	6.301	7.212	2,587	911	69,70%	14,50%
MG	15.012	26.898	31.001	11,887	4.103	79,20%	15,30%
MS	14.444	13.618	15.020	-826	1.402	-5,70%	10,30%
MT	8.844	11.567	12.987	2,723	1.420	30,80%	12,30%
PI	949	1.074	1.149	126	75	13,20%	6,90%
PR	75	91	99	16	8	21,60%	8,70%
RO	0	0	0,7	0	3,7	-	-
SP	2.933	2.303	1.673	-630	-630	-21,50%	-27,40%
TO	5.841	7.972	9.145	2,131	1.173	36,50%	14,70%
TOTAL	72.833	96.277	107.811	23,444	11.543	32,20%	14,70%

Somatória por estado agregando seus municípios componentes do bioma Cerrado; na cenarização esses valores são específicos para cada município.

Elaboração: ARCADIS Logos, 2014.

Os acréscimos necessários em área seriam consideravelmente superiores se não fosse o projetado aumento na produtividade. Simulando-se nenhum incremento na produtividade, a demanda em 2030 por novas áreas para comportar as 127 milhões de cabeças bovinas seria de 134 milhões de hectares. Uma vez que o bioma inteiro detém 205 milhões de hectares, isso representaria uma ocupação de 65% do Cerrado pela pecuária - perspectiva sequer factível. O total poupado em 2030 pelo acréscimo nas taxas de lotação é de expressivos 27 milhões de hectares, como indica o quadro abaixo.

Tabela 2-8 Efeito poupa-terra para a pecuária para 2022 e 2030.

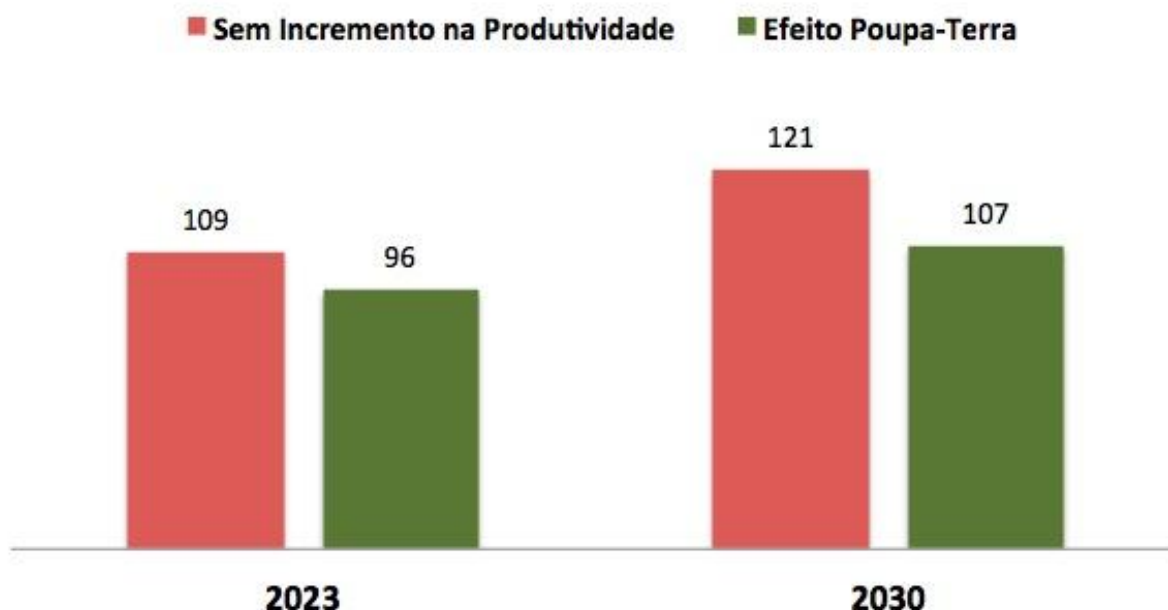
MIL HA	Área poupada pela produtividade em 2022	Área poupada pela produtividade em 2030	% poupado em 2022	% poupado em 2030
BA	579	886	11,9%	17,2%
DF	-	7	-	3,9%
GO	2.372	5.404	11,1%	22,3%
MA	1.404	2.407	22,3%	33,4%
MG	6.450	10.933	24,0%	35,3%
MS	-	1.084	-	7,2%
MT	1.478	3.041	12,8%	23,4%
PA	68	153	6,3%	13,3%
PR	9	19	9,6%	19,5%
RO	-	4	-	-
SP	-	211	-	12,6%
TO	1.156	2.436	14,5%	26,6%
TOTAL	13.516	26.587	14,4%	24,7%

Somatória por estado agregando seus municípios componentes do bioma Cerrado; na cenarização esses valores são específicos para cada município.

Elaboração: ARCADIS Logos, 2014.

O gráfico abaixo torna mais fácil a visualização do efeito poupa-terra para as atividades pecuárias.

Gráfico 2-3 Efeito poupa-terra projetado para a pecuária, para 2022 e 2030 em milhões de hectares.



Elaboração: ARCADIS Logos, 2014.

2.3. Silvicultura: estimativa da área demandada

O plantio de árvores comerciais para a produção de carvão vegetal e lenha predomina em alguns municípios de Cerrado, notadamente próximos às siderúrgicas de ferro gusa, como no norte de Minas Gerais e nas proximidades de Açailândia, no Maranhão. A produtividade da silvicultura no Cerrado não foi, historicamente, motivadora de uma significativa expansão da atividade pelo bioma - até meados dos anos 2000 a atividade não se configuraria como uma condicionante de futuro.

A fraca fiscalização das siderúrgicas quanto à origem de seu carvão vegetal manteve um grande déficit entre a quantidade de floresta plantada e a quantidade de carvão demandado, sendo que a diferença sempre foi suprida pelo carvão de desmatamento. Eis que recentemente regiões como a de Catalão, em Goiás, passaram a sediar empreendimentos de silvicultura de larga escala que estão impondo uma nova dinâmica aos municípios ao ocupar áreas de antigas pastagens ou de lavouras de culturas temporárias. A expansão dos plantios florestais está sendo influenciada pela dinâmica de intensificação da produção agrícola nos solos tradicionalmente ocupados pela silvicultura nos estados do Paraná e São Paulo, fazendo com que a disponibilidade de novas grandes áreas seja ou restrita ou muito cara.

A demanda de madeira vem aumentando nos últimos anos e tende a continuar crescendo. Segundo a ABRAF (2013), não obstante o Brasil possua cerca de 7,1 milhões de hectares de florestas plantadas (principalmente com *Eucalyptus* e *Pinus*), pode-se faltar madeira plantada para suprir toda a demanda prevista¹⁵. Essa pressão por novas áreas é agravada pelos

¹⁵ Uma das formas que as empresas florestais têm adotado para lidar com a projeção do "apagão florestal" é criação de esquemas de arrendamento de terras e parcerias com proprietários para contornar a disponibilidade de terras. Nos locais

prazos de maturação da atividade, que giram em torno de sete anos, dependendo do propósito do plantio. De qualquer sorte, trata-se de uma imobilização de terras e giro de estoque em prazos mais longos que os do agronegócio e da pecuária. Dessa forma, uma vez que há um acréscimo de demanda externa e também interna por produtos madeireiros como papel, celulose e painéis, a busca por novas áreas se torna uma premissa básica¹⁶.

A silvicultura não necessariamente demanda os mesmos relevos planos que a agricultura mecanizada, podendo ser estendida sobre áreas de relevo acentuado, inclusive, para as quais existem maquinários específicos de colheita. O Produto 1, Diagnóstico Estratégico, descreve em mais detalhes a silvicultura no Cerrado. Para insumo dos cenários, tem-se que a atividade é componente da mecânica da terra de fronteira e deve ser, portanto, considerada.

Por meio da pesquisa declaratória do IBGE Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura - PEVS, obtém-se séries históricas longas e abrangentes sobre as práticas florestais, incluindo quantidade e o valor da produção decorrente dos processos de exploração dos recursos naturais e dos maciços florestais plantados, segregados por regiões e Unidades da Federação¹⁷.

As atividades de silvicultura, dessa forma, não apenas são componentes intrínsecos da dinâmica territorial do bioma Cerrado, como tendem a ser ainda mais expressivas no futuro. Não obstante a existência de dados da Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura (PEVS/IBGE) para o setor, a conversão de tais informações em alguma estimativa da área ocupada pela atividade é bastante frágil, dada a diversidade de produtos madeireiros que se reportam na referida pesquisa. Diferentemente da inferência entre a relação espacial da área plantada com agricultura e a área mapeada como de uso antrópico no PMDBBS (2010) para se obter a área em 2010 sob pecuária, para o setor de silvicultura e extrativismo não há técnica similar.

Dessa forma, o procedimento adotado para se considerar a área utilizada pelas atividades de silvicultura foi o seguinte:

- O mapeamento do uso do solo para o ano de 2002 (PROBIO, 2004) qualificou a área sob a atividade de silvicultura;
- Essa área foi então planimetrada pela grade de hexágonos que estandardizam a unidade de planejamento do presente estudo (conforme explanado em detalhes no próximo capítulo), resultando na área ocupada pela atividade para cada hexágono;

tradicionais de plantio florestal, onde o retorno de produtividade pelo solo e pela disponibilidade hídrica são altos, as empresas do segmento vêm criando esses mecanismos, além do fomento público e os programas de financiamento como PROPFLORA, PRONAF Florestal e outros.

¹⁶ Nota-se que há uma demanda por terras para produção florestal por parte de empresas estrangeiras, cujo custo de oportunidade brasileiro ainda é vantajoso comparativamente às terras de origem, trazendo dinamização ao setor nos últimos cinco anos.

¹⁷ A pesquisa abrange a coleta de borrachas, ceras, fibras, gomas não elásticas, madeiras e produtos alimentícios, entre outros, do extrativismo vegetal, bem como o número de árvores abatidas, madeira em tora e nó-de-pinheiro do pinheiro brasileiro nativo, e a produção de cascas de acácia-negra, folhas de eucalipto, madeiras e resinas, oriundos da silvicultura.

- À essa área foi acrescido o ritmo de crescimento anual médio do setor no período de 2002 para 2010, de 2% ao ano (ABRAF);
- A taxa de crescimento anual de 2,2%, estimada pelo MAPA (2013) para a produção de papel e celulose, foi utilizada para produzir as variações entre os anos de 2022 e 2030.

Importante ressaltar que, devido à falta de informações em qualidade e quantidade suficientes para se adotarem os mesmos passos metodológicos das demais inferências, a modelagem da atividade de silvicultura é uma primeira aproximação quanto à projeção das áreas que ocuparão no território. Justo por isso não foram realizados ajustes via *shift-share* para contemplar as especificidades de cada município, haja vista falta de dados para tanto. Dessa forma, as projeções foram realizadas de forma simplista ao se adicionar o ritmo de incremento anual na área ocupada pela silvicultura em cada hexágono. As projeções podem, assim, conter erros associados a essa não precisão de espacialização, embora com as coerentes magnitudes trabalhadas. Uma vez que a projeção foi realizada diretamente sobre a área ocupada, não foi estimada a produção do setor.

Tabela 2-9 Projeção da área demandada pela silvicultura, em 2022 e 2030.

MIL HA	2013 (P)	2022 (P)	2030 (P)	Δ 2013 a 2022	Δ 2022 a 2030	% 2013 a 2022	% 2022 a 2030
BA	109	139	144	29	5	26,9%	3,5%
DF	4	5	5	1	0	26,9%	3,5%
GO	60	76	79	16	3	26,9%	3,5%
MA	0	0	0	0	0	26,9%	3,5%
MG	1.411	1.791	1.853	380	62	26,9%	3,5%
MS	1.095	1.389	1.437	295	48	26,9%	3,5%
MT	34	43	44	9	1	26,9%	3,5%
PI	2	2	2	0	0	26,9%	3,5%
PR	36	45	47	10	2	26,9%	3,5%
RO	0	0	0	0	0	26,9%	3,5%
SP	518	657	680	139	23	26,9%	3,5%
TO	6	7	8	2	0	26,9%	3,5%
TOTAL	3.274	4.155	4.300	881	144	26,9%	3,5%

Somatória agregando os hexágonos componentes do bioma Cerrado por seus estados.

Elaboração: ARCADIS Logos, 2014.

3. Articulação dos Cenários no Território

3.1. Componente espacial: hexágono de 10 mil ha

Visando compreender o processo de ocupação antrópica do Cerrado, foram executadas planimetrias utilizando como base os mapeamentos digitais de cobertura vegetal e uso do solo para os anos de 2002 (PROBIO, 2004) e 2010 (PMDBBS). A análise das condicionantes físicas e dos remanescentes de vegetação de Cerrado, com observação das áreas legalmente protegidas, foi incorporada à base de dados, nos recortes espaciais de hexágonos e dos municípios.

A) Remanescentes de Vegetação Nativa

O insumo utilizado foi proveniente do Projeto de Monitoramento do Desmatamento dos Biomas Brasileiros por Satélite (PMDBBS) do Ibama, ano-base 2010, que agrega o espaço geográfico em 3 classes de mapeamento: i) áreas antropizadas; ii) remanescentes; e iii) corpos d'água.

B) Áreas Protegidas

Foram consideradas nas etapas de modelagem e articulação territorial: i) as Unidades de Conservação de Uso Sustentável e de Proteção Integral, excetuando-se as Áreas de Proteção Ambiental - APA (MMA, 2014)¹⁸; ii) as Terras Indígenas (FUNAI, 2014); e iii) as Áreas de Preservação Permanente (APP) de cursos d'água. Para estas últimas, a classificação foi de 30 metros para rios sem toponímia; 100 metros para os principais rios (São Francisco, Tocantins, Parnaíba, Araguaia, Paraguai e Paraná) e 50 metros para os demais. As fontes foram: Rede Hidrográfica Integrada da Agência Nacional das Água - ANA (2006) e Reservatórios da ANEEL (2014)¹⁹.

C) Restrições físicas à ocupação do território

Áreas urbanas e corpos d'água, ambos mapeados pela classificação de uso do solo 2010; e áreas de declividade acentuada, superior ao gradiente de 15%, onde nem atividades agrícolas e nem pastoris de grande porte são suportadas. A escolha deste gradiente tem como fonte SILVA (2013) e SPAROVEK et al. (2008), notadamente por se tratar de limitador máximo para atividades produtivas de pecuária e agricultura mecanizada. As fontes geográficas para esta última categoria são o mapeamento planialtimétrico do bioma com base nos dados de levantamento altimétrico, utilizando técnicas de radar de abertura sintética (SAR), realizado pelo *Shuttle Radar Topography Mission* - SRTM (NASA, 2000).

¹⁸ Dados geoespaciais das Unidades de Conservação Federal disponibilizados pelo ICMBio no endereço eletrônico: www.mma.gov.br/areas-protegidas/cadastro-nacional-de-ucs/dados-georreferenciados.

¹⁹ A Agência Nacional da Água - ANA também disponibiliza mapeamento dos espelhos d'água no endereço eletrônico: <http://metadados.ana.gov.br/geonetwork/srv/pt/main.home?uuid=7d054e5a-8cc9-403c-9f1a-085fd933610c>. Essa terceira fonte de dados foi analisada e, devido à sobreposição com as informações da mesma Agência (Rede Hidrográfica Integrada, ANA 2006), não utilizada.

Esse mapeamento é o ponto de partida dos cenários pessimista e normativo, que receberam como *input* as taxas e locais de expansão ou retração das atividades agrícola, pecuária e de silvicultura.

O componente espacial é de fulcral importância para estes cenários que objetivam subsidiar o delineamento de macro zonas para o bioma Cerrado. É impreterível conhecer aonde no território ocorrerão as maiores pressões sobre as áreas de remanescentes de vegetação nativa; qual a mecânica de ocupação antevista e quais seus motivadores.

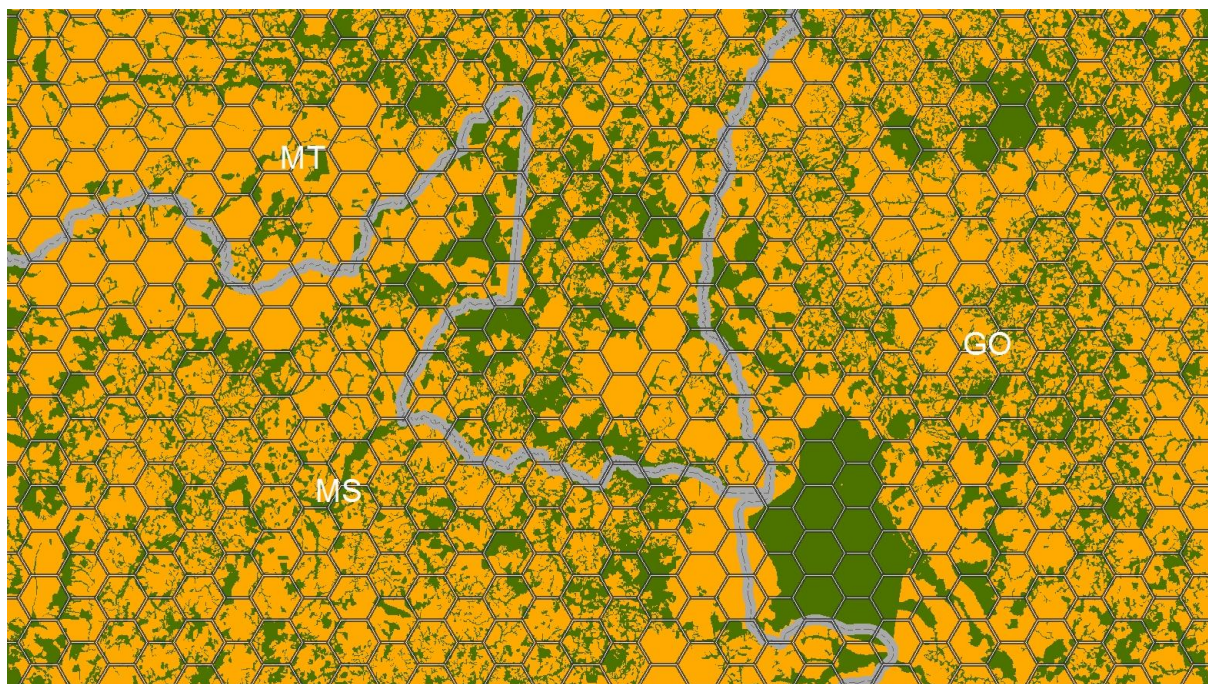
Para se atingir o objetivo de visualizar os cenários na territorialidade do bioma Cerrado, duas etapas metodológicas se justapõem:

- a utilização do método *shift-share* para a distribuição espacial das projeções agropecuárias à nível de município; e
- a segregação do território em hexágonos, unidades de espacialização (abstrações espaciais) das projeções e articulações dos cenários pessimista e normativo.

A espacialização dos cenários é realizada sobre uma base de 22.137 hexágonos, os quais representam o território do bioma Cerrado. Cada um destes hexágonos detém uma área de 10 mil hectares, ou seja, são grandes em si mesmos para conter variações no uso do solo; porém são pequenos para que não se perca a representatividade do todo²⁰.

²⁰ Importante notar que, não obstante a área de cada um dos hexágonos consiga representar diversos usos do solo, existem propriedades rurais que detém áreas superiores à 10 mil hectares.

A figura abaixo ilustra alguns hexágonos com as classes de uso do solo (PMDBBS, 2010), na região entre Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Goiás, escolhida apenas para fins de exemplo e percepção de escala.



Cada hexágono detém as seguintes classificações, algumas oriundas diretamente do mapeamento de uso do solo e cobertura vegetal de 2010 (PMDBBS, 2010), outras inferidas via município e então distribuídas nos hexágonos, outras ainda inferidas diretamente a nível de hexágono:

- Área total de cada hexágono (10 mil hectares);
- Área total mapeada de cada hexágono (total de 10 mil ha subtraído pelas áreas não mapeadas e aquelas fora dos limites do bioma Cerrado);
- Área com restrições à ocupação agrosilvopastoris, composta por áreas urbanas, corpos d'água e áreas de declive acentuado;
- Áreas Protegidas, compostas por Terras Indígenas, Unidades de Conservação de Proteção Integral e de Uso Sustentável (excetuando-se APA);
- Áreas de Preservação Permanente de corpos d'água e Reserva Legal;
- Área de remanescente sem restrições legais para ocupação, ou seja, onde o desmatamento legal é permitido;
- Área ocupada por mineração (igual à de 2002, porém não articulada, apenas mantida);
- Área ocupada por agricultura;
- Área ocupada por silvicultura;
- Área ocupada por pastagem.

Figura 3-1 Passo a Passo da análise dos hexágonos no Cenário Normativo.

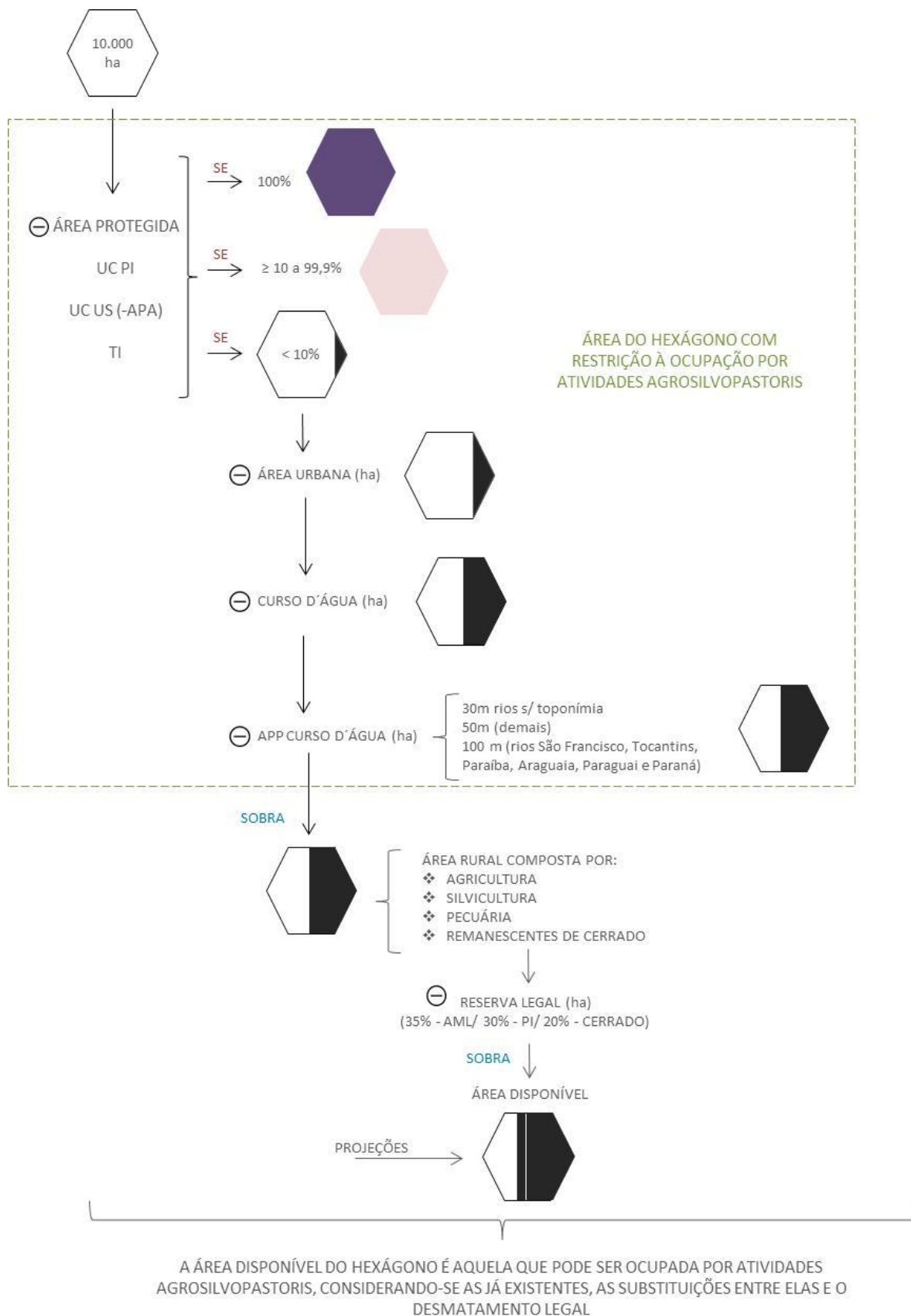
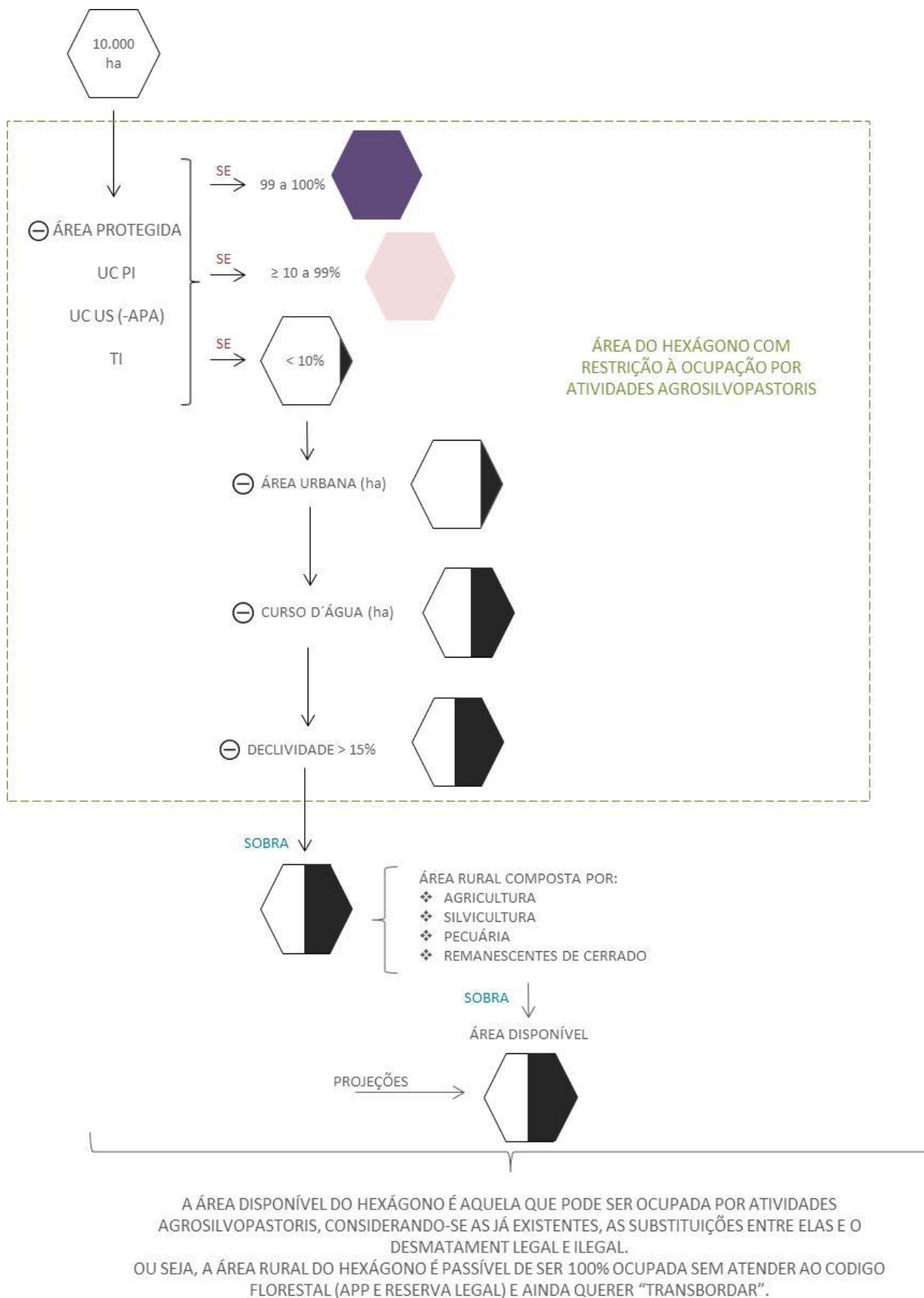


Figura 3-2 Passo a Passo da análise dos hexágonos no Cenário Pessimista.



A desagregação das informações e projeções de município para hexágonos, abstrações virtuais que transpõe limites administrativos com sua linearidade geométrica, foi realizada da seguinte forma: utilizou-se a simplificação metodológica de se atribuir à cada hexágono um único município. A atribuição aos hexágonos se deu de acordo com o maior município em participação relativa, ou seja, se um hexágono abrange três municípios, lhe é atribuído apenas aquele cuja participação é a maior em relação aos outros municípios que dele compartilham área. Com base no uso do solo de cada hexágono, que "pertence" à apenas um único município, foi realizada a distribuição espacial das projeções municipais entre os 22.137 hexágonos.

Muito embora esta seja uma simplificação da realidade, a distribuição das projeções de municípios para hexágonos respeita os agregados maiores, sejam estados ou o próprio país. Dessa forma, as diferenças entre municípios são compensadas entre os hexágonos de uma mesma região, fazendo com que o agregado mantenha acurácia. Ao mesmo tempo, permite-se visualizar a espacialização dos cenários no território.

Adicionalmente, ao utilizar o uso do solo de 2010 (PMDBBS), a metodologia respeita as divisões territoriais do bioma. Não são todos os estados cujas áreas recaem inteiramente no bioma Cerrado e, tampouco, seus municípios. Mato Grosso, por exemplo, representa 18% do Cerrado porém detém 40% de seu próprio território no bioma.

3.2. Definição dos Cenários Pessimista e Normativo

A projeção das áreas demandadas em 2022 e 2030 pelas atividades agrícola, pecuária e de silvicultura permite realizar as articulações dos cenários pessimista e normativo. Em ambos os cenários as mesmas projeções são articuladas, com uma importante distinção:

- no **cenário pessimista**, a expansão das atividades produtivas, tal como projetadas, não encontra limites ambientais salvo as áreas protegidas (Terras Indígenas e Unidades de Conservação, exceto APA).
- no **cenário normativo**, pressupõem-se o cumprimento da legislação vigente, ou seja, além do respeito às áreas protegidas, respeita-se o Novo Código Florestal (Lei nº 12.651/2012) e as legislações ambientais estaduais.

Para as Unidades de Conservação, consideraram-se aquelas Federais e Estaduais de Proteção Integral e de Uso Sustentável, excetuando-se as Áreas de Proteção Ambiental (APA). Foram consideradas as Terras Indígenas e as Áreas de Preservação Permanente (APP), planimetradas apenas para cursos d'água.

Ademais, foi inferida a área rural de cada hexágono via exclusão das atividades existentes pelo mapeamento de 2010, notadamente: i) áreas urbanas; ii) corpos d'água; iii) área não mapeada. Dessa forma, os limites da Reserva Legal foram inferidos, respeitando os limites de 35% das propriedades particulares rurais localizadas nos estados contidos na delimitação da Amazônia Legal, limite de 30% para o Estado do Piauí devido à legislação ambiental estadual específica e limite de 20% para os demais estados²¹.

²¹ Porcentuais de Reserva Legal descritos pela Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012 (Novo Código Florestal Brasileiro) e pela Lei Estadual nº 5.178/2000, alterada pela Lei Estadual nº 5.699/2007 do Estado do Piauí, que determina o quantitativo de

Importante notar que a integridade dos estados de Maranhão, Mato Grosso, Rondônia e Tocantins dentro dos limites da Amazônia Legal, na área de Cerrado, foram considerados com limites de 35% de Reserva Legal, haja vista não se ter clareza de quais municípios são essencialmente "florestais" e que incidam na perimetral da Amazônia Legal. Tais restrições legais permeiam o pressuposto da recuperação de áreas degradadas e/ou alteradas e da proteção dos remanescentes de Cerrado.

Importante notar que a implementação futura do Cadastro Ambiental Rural (CAR), as informações cartografadas referente à Áreas de Preservação Permanente (APP) e Reserva Legal (RL) das propriedades rurais serão mais bem definidas e virão a contribuir em estudos de modelagem, tal como o aqui apresentado, agregando maior grau de confiabilidade nas inferências realizadas.

No cenário normativo, a imposição dos limites legais cria uma barreira, embora virtual, à possibilidade de ocupação das áreas pelas atividades agrícolas, de silvicultura e pecuárias. Essas restrições territoriais resultam em uma contração da projetada expansão das atividades produtivas. Quando se vislumbra tal cenário de fato ocorrendo, pressupõe-se que a expansão das atividades agrosilvopastoris venha a ocorrer em locais passíveis, do ponto de vista legal, de receberem tais atividades.

Caso a legislação seja cumprida com o rigor imposto no cenário normativo, a lógica da condução econômica se encarregará de alterar os preços relativos das atividades e seus insumos. A partir do momento que um insumo essencial à produção agropecuária - a terra - se torna mais caro por conta da imposição legal de se preservarem as Reservas Legais e Áreas de Preservação Permanente, o mercado promoverá o ajuste nos preços relativos, favorecendo atividades com retornos marginais superiores.

Importante notar que a imposição da Lei não torna - *stricto sensu* - os preços das terras mais caras, mas sim os tornam justos. Isso ocorre pela correção da notável falha de mercado que se traduz na possibilidade de se ocuparem áreas legalmente protegidas e/ou não se reservarem áreas suficientes de proteção. De acordo com Adam Smith (1776), o cumprimento da legislação e a correção de falhas de mercado pelo Governo faz dos mercados instrumentos adequados para alocar os recursos escassos de forma a maximizar o bem estar social, ou seja, conceder aos recursos seus fins mais nobres²².

Reforça-se aqui a mecânica da terra de fronteira tal como descrita e referenciada no Produto 1 - Diagnóstico Estratégico: a agricultura mecanizada de commodities demanda terras planas,

Reserva Legal no Estado em 30%. Endereços eletrônicos: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm e <http://legislacao.pi.gov.br/legislacao/default/ato/13386>.

²² Segundo Adam Smith (1776) e seu livro "A Riqueza das Nações", a maximização do bem estar privado leva, quando o mercado é "perfeito", à maximização do bem estar social: "... não é da benevolência do açougueiro, do cervejeiro ou do padeiro que esperamos nosso jantar, mas da consideração de seu próprio interesse. Dirigimo-nos não à sua humanidade, mas ao seu amor-próprio, e nunca falamos a eles de nossas próprias necessidades, mas das suas próprias vantagens". Não obstante pregasse o sistema de livre e competitivo mercado, Smith identificou diversas funções para o governo, assim como apontou problemas que poderiam prejudicar o mercado, como o não cumprimento das Leis, a potencial de formação de cartéis e a existência de monopólios e oligopólios.

(relativamente) férteis e de (relativamente) bons acessos logísticos. Uma vez que essa atividade gera retornos marginais superiores aos da pecuária, há uma pressão sobre esta última em ceder áreas. Justamente por isso que há um constante "empurro" para a fronteira, desmatada para acomodar ambas atividades.

Quadro 3-1 Situações Base (2010) e Cenários.

MAPAS BASE			
2010			
Vegetação Remanescente	Extensão das atividades agrosilvopastoris		Normativo
CENÁRIO PESSIMISTA			
2022		2030	
Agricultura + Silvicultura	Agricultura + Silvicultura + Pecuária	Agricultura + Silvicultura	Agricultura + Silvicultura + Pecuária
CENÁRIO NORMATIVO			
2022		2030	
Agricultura + Silvicultura	Agricultura + Silvicultura + Pecuária	Agricultura + Silvicultura	Agricultura + Silvicultura + Pecuária

Elaboração: ARCADIS Logos, 2014.

Tal como descrito no Produto 1, quanto mais consolidada e antiga é a ocupação de uma determinada área no Cerrado, mais a distribuição das atividades passa por solos mais férteis e planos com agricultura mecanizada e solos menos férteis e mais declivosos com pecuária, confirmando a lógica da terra de fronteira. Devido à essa mecânica, os cenários pessimista e normativo são apresentados em duas versões: uma apenas com a ocupação da agricultura e da silvicultura; outra com a somatória desta ocupação com a atividade da pecuária.

3.3. Articulação das Projeções nos Hexágonos

Após a decomposição das projeções agropecuárias territorial e temporalmente, utilizam-se as categorias de uso do solo de cada hexágono, com base em sua situação de 2010 (PMDBBS), para modificar seu futuro e compor os cenários. As combinações entre as diversas categorias de uso do solo são modificadas de acordo com as projeções de demanda por novas áreas para a agricultura, silvicultura e pecuária, sendo que no cenário pessimista as restrições ambientais de RL e APP são desconsideradas, enquanto, no cenário normativo são seu eixo orientador.












A metodologia de espacialização permite identificar *clusters* de baixa, média e alta pressão sobre o território. A identificação dos graus de criticidade denotarão a tensão superficial de certos hexágonos e sua tendência de ocuparem áreas contíguas, transbordando seu ímpeto de produção agrosilvopastoril.

O instrumento metodológico proposto deve ser entendido como método de minimização de subjetivismos das possibilidades de espacialização, conformando caráter estratégico do estudo. Outros modelos de espacialização de mudanças no uso do solo calculam ritmos de ocupação futura baseados exclusivamente nos ritmos passados, não deixando margem para

a aplicação da lógica estruturante do bioma: sua dinâmica de fronteira²³. Dessa forma, tanto a metodologia de *shift-share* quanto as projeções do alívio de restrição logística não seriam possíveis de serem visualizadas no espaço do território. Estas outras possibilidades de espacialização dos cenários trariam mais imprecisão que a técnica dos hexágonos.

O quadro abaixo exemplifica as articulações das variáveis tratadas na metodologia para a elaboração de cada um dos cenários, perfazendo um guia de como se faz a leitura dos resultados da cenarização, tendo como exemplo o hexágono # 22.116.

Quadro 3-2 Exemplo de articulação do hexágono na Base 2010, Cenário Pessimista e Cenário Normativo.

HEXÁGONO ref. #22.116 (área de 10 mil ha)							
Uso do solo (HA) Cenários	LEGENDA	Restrição Física	Restrição Ambiental	Área sem restrições	Área ocupada por agricultura e silvicultura	Área ocupada por pastagem	Área ocupada por agricultura + silvicultura + pastagem
Base 2010: Remanescentes		1.268	-	2.000	3.377	3.355	6.732
Base 2010: Atividades Agrosilvopastoris		1.268	-	2.000	3.377	3.355	6.732
Base 2010: Normativo		1.268	2.153	-153	3.377	3.202	6.579
Cenário Pessimista 2022: Agricultura + Silvicultura		1.268	-	2.000	5.721	-	5.721
Cenário Pessimista 2022: Pecuária + Agricultura + Silvicultura		1.268	-	2.000	5.721	3.294	9.014
Cenário Pessimista 2030: Agricultura + Silvicultura		1.268	-	2.000	9.853	-	9.853
Cenário Pessimista 2030: Pecuária + Agricultura + Silvicultura		1.268	-	2.000	9.853	3.512	13.365
Cenário Normativo 2022: Agricultura + Silvicultura		1.268	2.153	-153	5.721	-	5.721
Cenário Normativo 2022: Pecuária + Agricultura + Silvicultura		1.268	2.153	-153	5.721	858	6.579
Cenário Normativo 2030: Agricultura + Silvicultura		1.268	2.153	-153	6.579	-	6.579
Cenário Normativo 2030: Pecuária + Agricultura + Silvicultura		1.268	2.153	-153	6.579	0	6.579

Elaboração: ARCADIS Logos, 2014.

²³ Dentre estes, destacam-se o DinamicaEGO da UFMG e o MOLUSCE do Nextgis.

Percebe-se que em 2010 este hexágono detinha uma área de 2 mil hectares sem ocupação antrópica. Essa área contém alguma proteção legal. Na realidade, a necessidade de proteção nesse hexágono é 153 hectares maior do que a área atualmente "desocupada", fato que obriga, pelo pressuposto adotado, fazer com que no Base Normativo 2010 a atividade pecuária se retraia nessa mesma medida para perfazer os 2.153 hectares de preservação. Isso acarreta na teórica redução da área de pastagem em 153 há, caindo para 3.202 ha.

Já no cenário pessimista 2022 (sem a pecuária), a restrição ambiental é retirada e a totalidade da área remanescente pode ser ocupada (2.000 ha). Eis que no caso desse hexágono, a projeção aponta um acréscimo na atividade de agricultura de 3.377 ha para 5.721 ha (ou seja, 69% de incremento). São 2.344 ha a mais, que ocupam a totalidade dos 2.000 hectares remanescentes e ainda resta como "desejo" uma área extra de 344 ha (impossível de ser ocupada, visto a estanqueidade do hexágono em 10 mil hectares).

A próxima leitura no cenário pessimista é a somatória da projeção agrícola(+silvicultura) com a pecuária. Em 2022, projeta-se que a primeira demanda 5.721 ha e a segunda 3.294 ha (redução de 62 ha, ou seja, uma redução de 2%). Assim sendo, a totalidade dos 2.000 ha remanescentes continuará sendo ocupada, e ainda sobrar um "desejo" de expansão da ordem de 283 ha.

A mesma mecânica se repete no cenário pessimista de 2030, apenas de forma mais acirrada. O grau de intensidade que cada hexágono demanda mais área do que o possível representa justamente o grau de "tensão superficial" de cada hexágono, ou seja, o "desejo" de transbordar para os hexágonos contíguos. Supostamente, quanto maior a intensidade da demanda por área, maior a chance de, na prática, ocorrer novos desmatamentos intra hexágono e nos hexágonos ao seu redor.

O cenário normativo impõe a restrição ambiental (obrigação de respeitar as Áreas de Preservação Permanente de rios e Reserva Legal). No caso do hexágono # 22.116, representada pela área de 2.153 ha, intransponível. No caso do cenário normativo de 2022 apenas para a agricultura, existe a expansão de 3.377 ha para 5.721 ha sem conflitos. Uma vez que não se considera a área com pecuária, ainda restam 858 ha livres de ocupação antrópica além da área com restrição ambiental.

Uma vez que o cenário normativo pressupõe o respeito à legislação ambiental, seu código de cores difere do código de cores do cenário pessimista. O gradiente máximo de "tensão superficial" é laranja e não vermelho, como será especificado no capítulo pertinente ao referido tópico. Afinal, os hexágonos no cenário normativo não "desejam transbordar", pelo contrário, se restringem para "caber" em seus virtuais 10 mil hectares.

Em 2022 com a adição da pecuária, percebe-se que esta apenas poderá ocupar os 858 ha, e isso levará o uso antrópico do hexágono para toda a área disponível, salvo pela área de restrição ambiental. Ou seja, existe um conflito na ocupação do hexágono, que resulta em perda de área de pastagem do projetado 3.202 ha para 858 ha (redução de 2.344 ha).

Já no cenário normativo de 2030, não apenas a pecuária deve se restringir para "caber" no hexágono, mas também a agricultura. Nesse caso, a agricultura ocupa os 858 ha restantes, reduzindo a atividade pecuária no hexágono para 0 e ainda sofrendo limitação, pois ocupa os

6.579 ha restantes, enquanto, se projeta uma demanda de 9.853 ha. Ou seja, 3.274 ha de agricultura e 3.512 ha de pecuária não podem ocorrer (neste hexágono).

A visualização dos cenários normativo e pessimista concede uma visão ambiental prospectiva da área de estudo, que permite antever ações de âmbito público, no presente, que criem ambiente propício ao desenvolvimento sustentável no longo prazo.

4. Resultados dos Cenários Prospectivos

4.1. O Cerrado em 2010 (Base)

A base para os cenários pessimista e normativo é o uso do solo de 2010. Sobre ela, apresenta-se a situação atual do bioma sob dois aspectos, um espelho do outro:

- Remanescentes vegetais de 2010 em relação à área do hexágono que não é restrita para ocupação (recapitulando: área urbana, corpos d'água, alta declividade e áreas não mapeadas);
- Agricultura, silvicultura e pastagem de 2010 em relação à área do hexágono que não é restrita para ocupação.

A visualização destes mapas destaca duas categorias opostas de uso: a grande quantidade de remanescentes em regiões bastante demarcadas por clusters nítidos e de grande extensão; e o oposto ao sul do bioma, onde se visualizam grandes manchas vermelhas indicativas de usos antrópicos para além dos limites da legalidade. Os dois extremos são evidências da mecânica da terra de fronteira, uma vez que a tendência é a migração paulatina das atividades menos rentáveis para as fronteiras, inclusive adentrando o bioma Amazônico na região conhecida como Arco do Desmatamento.

A legenda de ambos os mapas é idêntica, qual seja:

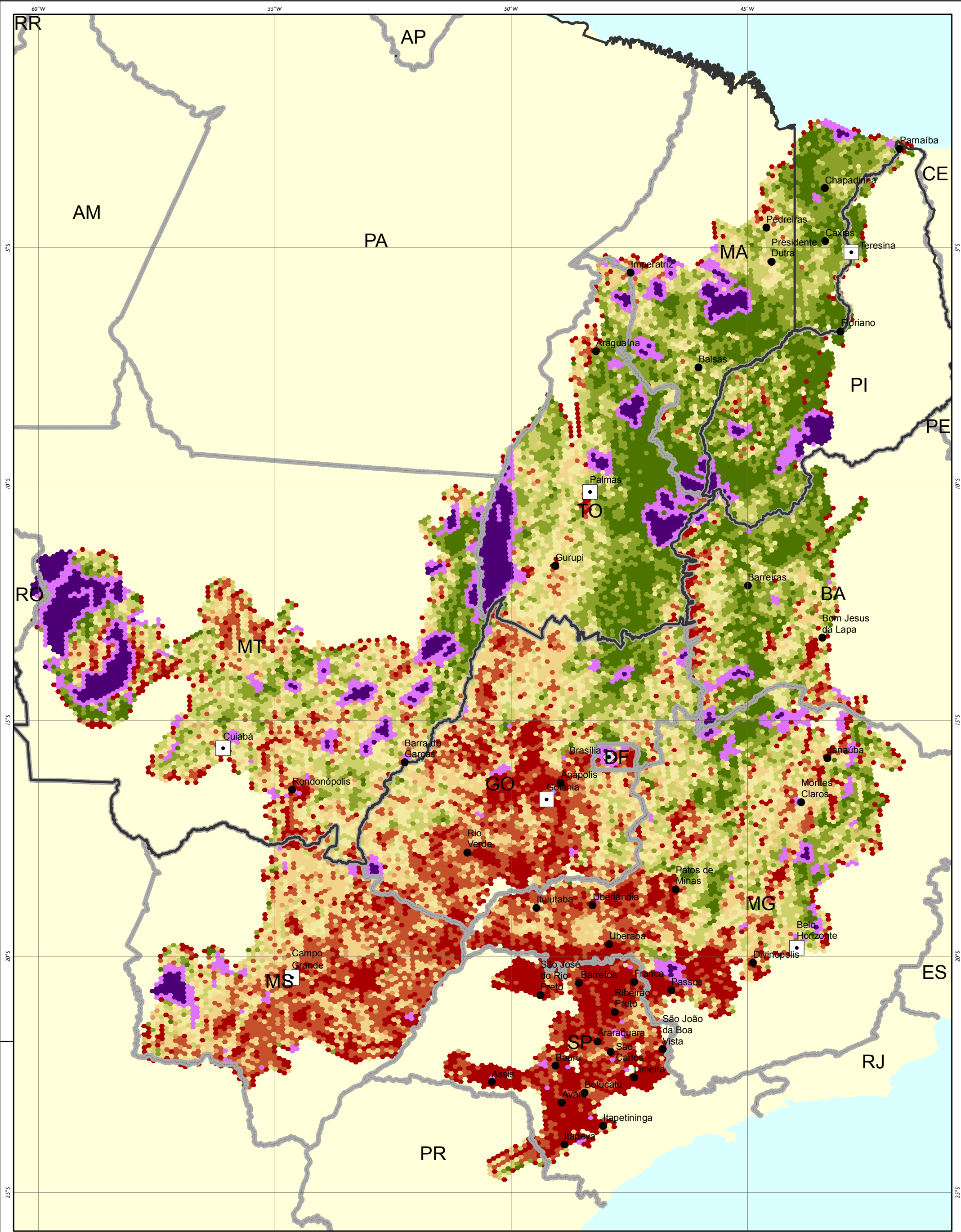
- 1: ocupação de 0% a 10% com remanescentes ou atividades agrosilvopastoris
- 2: ocupação de 10% a 19% com remanescentes ou atividades agrosilvopastoris
- 3: ocupação de 19% a 21% com remanescentes ou atividades agrosilvopastoris
- 4: ocupação de 21% a 34% com remanescentes ou atividades agrosilvopastoris
- 5: ocupação de 34% a 36% com remanescentes ou atividades agrosilvopastoris
- 6: ocupação de 36% a 50% com remanescentes ou atividades agrosilvopastoris
- 7: ocupação de 50% a 70% com remanescentes ou atividades agrosilvopastoris
- 8: ocupação de 70% a 90% com remanescentes ou atividades agrosilvopastoris
- 9: ocupação de 90% a 100% com remanescentes ou atividades agrosilvopastoris

As categorias foram assim intervaladas para explicitarem, no mapa dos remanescentes, os hexágonos que cumprem o Código Florestal, tanto em sua limitação de 20%, 30% e 35%, dependendo do Estado em que se localizam. Da mesma forma, permite-se identificar os hexágonos que não cumprem o Código Florestal, já em 2010, por terem menos que 19% e 34%, respectivamente, de remanescente.

Analogamente, os hexágonos cuja produção agrosilvopastoril ocupa mais do que 90% da área estão em descumprimento ao Código Florestal, independente do Estado. A categoria 8, de cor alaranjada intensa, representa os hexágonos que podem estar cumprindo a legislação, mas estão com uma grande tensão superficial, ou seja, necessitam de atenção imediata.

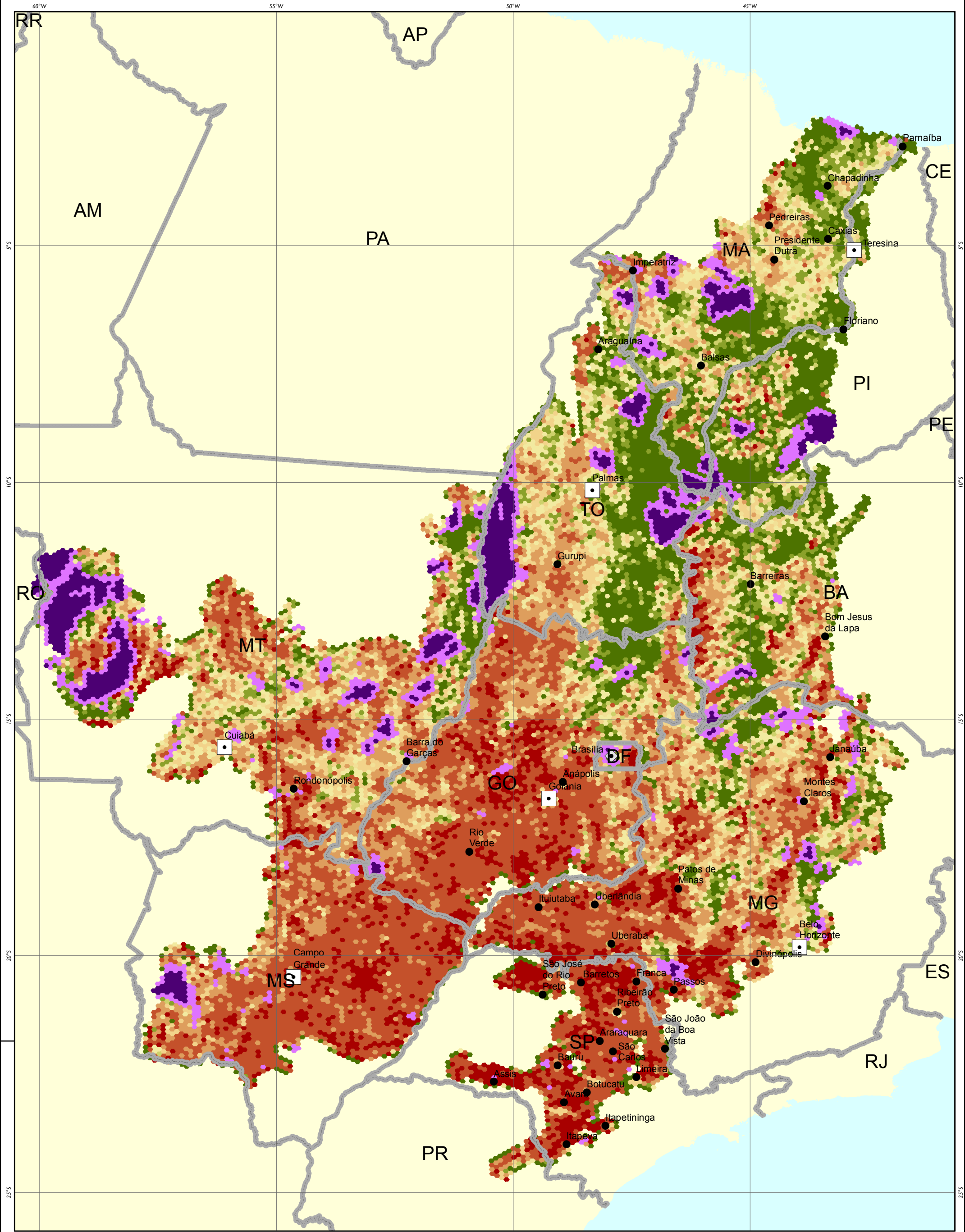
Importante notar que, não obstante a área de cada um dos hexágonos consiga representar diversos usos do solo, diversas propriedades rurais detém áreas por vezes dezenas de vezes superiores à 10 mil hectares. Dessa forma, o fato de um hexágono estar vermelho (ocupação









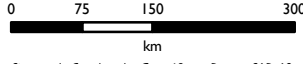




da agropecuária entre 90% e 100% de sua área) não significa, necessariamente, que esteja descumprindo a legislação. Se a propriedade privada detiver uma área de 30 mil ha, por exemplo, essa conclusão só pode ser tomada com base na análise da ocupação dos três hexágonos. Claramente, não é esse o intuito do presente exercício de cenarização, que almeja conceder uma visão macro estratégica ao bioma.



CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS			REFERÊNCIAS		LOCALIZAÇÃO DA FOLHA	
Capital Federal	Capitais Estaduais	Sedes Municipais	Fontes: - IBGE, 2010, 2013; - PMDBBS, 2010. - MMA, 2014			
Estado do Piauí	Limite Amazônia Legal	Limite Estadual	 Sistema de Coordenadas Geográficas - Datum: SAD 69			
Remanescentes de Cerrado - 2010*					REMANESCENTES DE CERRADO - 2010	
de 0% a 10%	de 10% a 19%	de 19% a 21%	de 21% a 34%	de 34% a 36%	de 36% a 50%	escala: 1:8.000.000
de 99% a 100% do hexágono	de 10% a 99% do hexágono		de 90% a 100%	de 70% a 90%	de 50% a 70%	folha: CERRADO
					data: OUT /2014	

* Em relação à área do hexágono (excluem-se área urbana, água, não mapeado e área protegida).



CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS		REFERÊNCIAS	LOCALIZAÇÃO DA FOLHA		 MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE	
 Área Protegida: UC e TI (99% a 100% do hexágono)	 de 19% a 21%	Fontes: - PROBIO, 2002; - PMBBS, 2010; - MMA, 2014; - IBGE, 2010, 2013, 2014;				
 Área Protegida: UC e TI e entorno imediato (10% a 99% do hexágono)	 de 21% a 34%					
Agricultura, Silvicultura e Pastagem - 2010*						
 de 0% a 10%	 de 36% a 50%					
 de 10% a 19%	 de 90% a 100%					

* Em relação à área do hexágono (excluem-se área urbana, água, não mapeado e área protegida).

Sistema de Coordenadas Geográficas - Datum: SAD 69

escala:	folha:	data:
1:8.000.000	CERRADO	OUT /2014

Para facilitar a leitura dos mapas, o quadro abaixo apresenta a quantidade de hexágonos em cada uma das categorias de legenda.

Quadro 4-1 Descritivo Numérico dos Mapas Base.

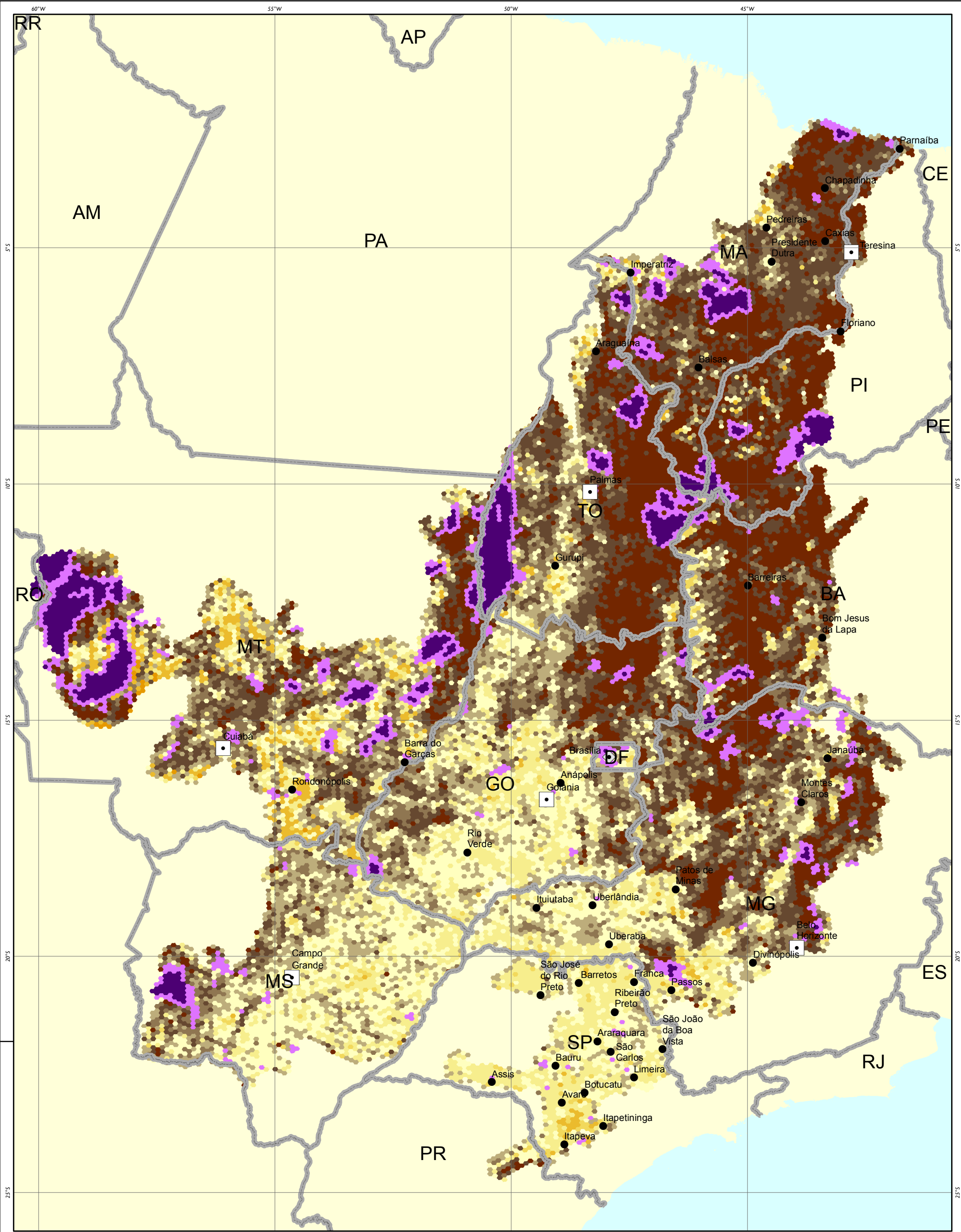
Categorias de Uso	Remanescentes		Agrosilvopastoril	
	hexágonos	%	hexágonos	%
1: ocupação de 0% a 10%	2.715	12,3%	3.282	14,8%
2: ocupação de 10% a 19%	2.745	12,4%	1.410	6,4%
3: ocupação de 19% a 21%	556	2,5%	318	1,4%
4: ocupação de 21% a 34%	2.879	13,0%	1.883	8,5%
5: ocupação de 34% a 36%	406	1,8%	288	1,3%
6: ocupação de 36% a 50%	2.352	10,6%	2.150	9,7%
7: ocupação de 50% a 70%	2.899	13,1%	3.628	16,4%
8: ocupação de 70% a 90%	3.021	13,6%	5.384	24,3%
9: ocupação de 90% a 100%	2.423	10,9%	1.653	7,5%
Área Protegida: UC e TI (99 a 100% do hexágono)	818	3,7%	818	3,7%
Área Protegida: UC e TI e entorno imediato (10 a 99% do hexágono)	1.323	6,0%	1.323	6,0%

Elaboração: ARCADIS Logos, 2014.

4.1.1. O Cerrado sob Modelagem Normativa em 2010

A junção desses dois mapas resulta em um terceiro, denominado Mapa Base Normativo 2010. Trata-se de uma modelagem ideal que, embora pretérita, demonstra a necessidade de cumprimento das condicionantes legais consideradas. Representa-se assim como seria (teria sido) a situação de cada um dos 22.137 hexágonos caso a legislação estivesse sendo rigorosamente cumprida. Qual seja: UC (PI+US-APA) + TI + APP (corpos d'água) + RL (20%, 30% ou 35%, dependendo do estado). Sua legenda segue a divisão abaixo:

- Necessidade de redução da área ocupada com atividades agropecuárias, para atendimento à legislação:
 - -5: exige redução de 34% a 35% da área ocupada
 - -4: exige redução de 21% a 34% da área ocupada
 - -3: exige redução de 19% a 21% da área ocupada
 - -2: exige redução de 10% a 19% da área ocupada
 - -1: exige redução de 0% a 10% da área ocupada
- Remanescentes passíveis de serem ocupados, considerando legislação vigente:
 - +1 permite acréscimo de ocupação de 0% a 10%
 - +2 permite acréscimo de ocupação de 10% a 25%
 - +3 permite acréscimo de ocupação de 25% a 50%
 - +4 permite acréscimo de ocupação superior a 50%



CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS		REFERÊNCIAS	LOCALIZAÇÃO DA FOLHA		MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE	
Área Protegida: UC e TI (99% a 100% do hexágono)	Exige redução de 10% a 19% da área ocupada	Fontes: - PROBIO, 2002; - PMDBBS, 2010; - MMA, 2014; - IBGE, 2010, 2013, 2014;				
Área Protegida: UC e TI e entorno imediato (10% a 99% do hexágono)	Exige redução de 0% a 10% da área ocupada			BASE 2010 - NORMATIVO		
Base 2010 - Normativo*	Permite acréscimo de ocupação de 0% a 10%			escala:	folha:	data:
Exige redução de 34% a 35% da área ocupada	Permite acréscimo de ocupação de 10% a 25%			1:8.000.000	CERRADO	OUT /2014
Exige redução de 21% a 34% da área ocupada	Permite acréscimo de ocupação de 25% a 50%					
Exige redução de 19% a 21% da área ocupada	Permite acréscimo de ocupação superior a 50%					

* Em relação à área do hexágono (excluem-se área urbana, água, não mapeado e área protegida).

Sistema de Coordenadas Geográficas - Datum: SAD 69

Novamente, visualizam-se dois extremos pelo Mapa Base Normativo 2010: o primeiro deles é a quantidade de hexágonos que deveriam abrir mão de uma parte de suas atividades produtivas para recuperar sua Reserva Legal e/ou Área de Preservação Permanente. Embora a grande concentração destes hexágonos laranja e amarelados esteja ao sul do bioma, surpreende a quantidade de recuperação ambiental que deveria ocorrer por todo seu território.

Já o segundo extremo é a visualização dos hexágonos que, mesmo fazendo cumprir a legislação vigente, ainda podem abrir mão de vegetação remanescente para comportarem incrementos de atividades produtivas. O resultado visual do Mapa Base Normativo para 2010 chama a atenção pela mudança na percepção de que existem grandes manchas de vegetação remanescente, supostamente passivas de desmatamento legal.

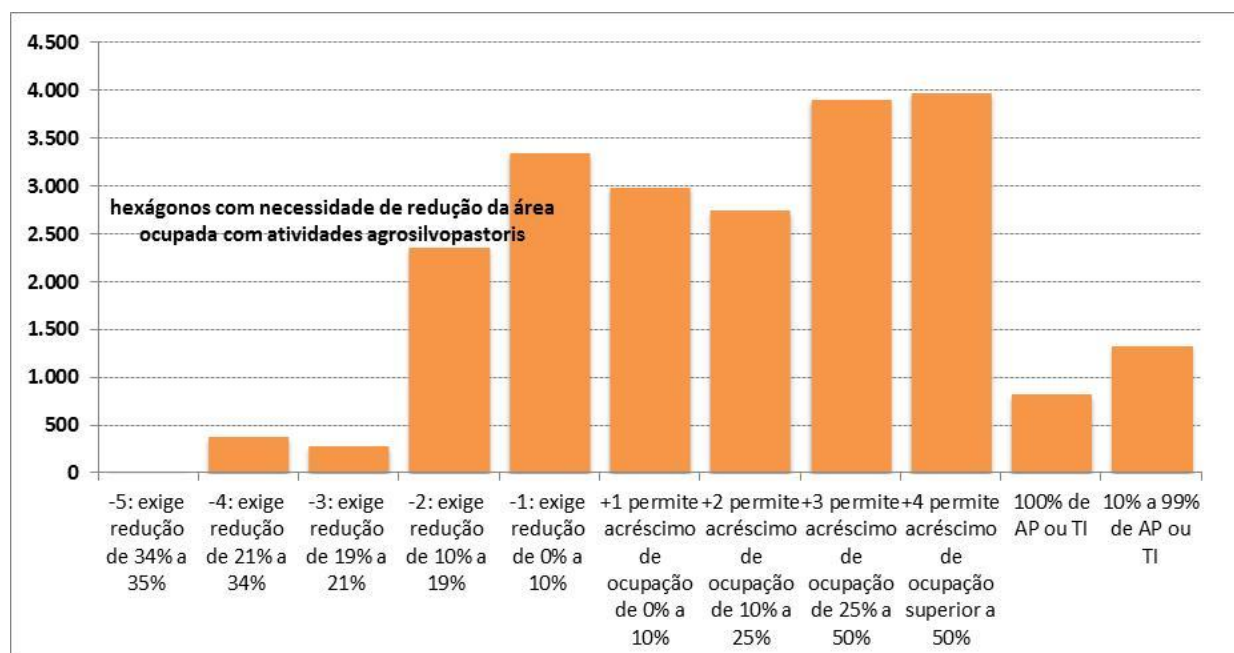
Quadro 4-2 Descritivo Numérico do Mapa Base Normativo 2010.

Categorias	hexágonos	%
Necessidade de redução da área ocupada com atividades agrosilvopastoris, para atendimento ao Novo Código Florestal = APP de rio + RL (20%, 30% ou 35%, dependendo do estado))		
-5: exige redução de 34% a 35% da área ocupada	23	0,1%
-4: exige redução de 21% a 34% da área ocupada	381	1,7%
-3: exige redução de 19% a 21% da área ocupada	279	1,3%
-2: exige redução de 10% a 19% da área ocupada	2.358	10,7%
-1: exige redução de 0% a 10% da área ocupada	3.350	15,1%
Remanescentes de Cerrado passíveis de serem ocupados, considerando legislação vigente		
+1 permite acréscimo de ocupação de 0% a 10%	2.983	13,5%
+2 permite acréscimo de ocupação de 10% a 25%	2.742	12,4%
+3 permite acréscimo de ocupação de 25% a 50%	3.906	17,6%
+4 permite acréscimo de ocupação superior a 50%	3.974	18,0%
Hexágonos em Áreas Protegidas		
Área Protegida: UC e TI (99 a 100% do hexágono)	818	3,7%
Área Protegida: UC e TI e entorno imediato (10 a 99% do hexágono)	1.323	6,0%

Elaboração: ARCADIS Logos, 2014.

O gráfico abaixo facilita a visualização dos quantitativos elencados na tabela acima.

Gráfico 4-1 Quantitativos dos hexágonos no Mapa Base Normativo (2010).



Elaboração: ARCADIS Logos, 2014.

Uma vez que se fizesse cumprir a legislação, a agricultura deveria deixar de ocupar os atuais 23,25 milhão de hectares (MHA) e passar a ocupar 22,61 (variação de 0,64 MHA). As atividades de silvicultura passariam de 3,27 MHA para 3,17 MHA. Já a pecuária, pela lógica da mecânica de fronteira, abriria mão da maior parte da área, devendo desocupar uma área de 5,41 milhões de hectares em prol da preservação, passando a se estender por 62,23 MHA ao invés dos atuais 69,65 MHA.

Essa redução não significa o fim da expansão dessas atividades, tampouco, uma necessidade de se reduzirem as produções atuais. Apenas indica que, cumprindo-se o Código Florestal, alguns hexágonos teriam que abrir mão das atividades e recuperar áreas correspondentes a APP e Reserva Legal em detrimento à expansão dessas atividades em outros hexágonos, com área suficiente para realizar desmatamento legal.

4.1.2. A Leitura dos Hexágonos

A adoção de 22.137 hexágonos de 10 mil hectares cada para representar o bioma Cerrado é uma abstração metodológica com foco no planejamento à nível de macrozoneamento. A análise apresentada neste e nos demais capítulos da cenarização é toda realizada intra-hexágono, ou seja, dentro do limite de sua forma virtual de seis linhas fronteiriças é que ocorrem as articulações de mudanças projetadas para o uso do solo.

Dessa forma, os hexágonos não respeitam limites reais de propriedades e fronteiras administrativas ou geográficas. Podem haver propriedades rurais com mais de 10 mil hectares que detenham Reserva Legal e Área de Preservação Permanente devidamente constituídas e ainda apareçam, ao menos sob algum(ns) hexágono(s) em vermelho. Da mesma forma, o recorte do hexágono pode coincidentemente somar áreas produtivas de diversas propriedades enquanto sua APP e RL encontram-se em hexágonos contíguos.

O que a metodologia de espacialização (intra-hexágonos) almeja é a identificação de onde, quando e em que intensidade os hexágonos estão à ponto de “transbordar” atividades para os hexágonos contíguos. A identificação dos granulados em vermelho intenso no Mapa Base Normativo 2010 (bem como nos mapas dos cenários pessimista e normativo) é propriamente o resultado da metodologia, onde a “tensão superficial” destes hexágonos é tão alta que se pode antever, na tradução destes para a prática, a pressão pela ocupação dos hexágonos em verde localizados entre os vermelhos.

O exemplo do extremo oeste de Mato Grosso é emblemático: o mapa Base 2010 que traz a extensão das atividades agropecuárias revela uma vasta área “verde”, ou seja, denota uma ocupação de 0% a 10% da área de cada hexágono pelas atividades agropecuárias. Já no mapa Base Normativo 2010, a mesma área se mostra granulada entre verdes intensos e laranja/amarelados claros. Os hexágonos de tonalidade alaranjada, nesse caso, são os que precisariam reduzir suas áreas de produção em 0% a 10% para cumprirem com o Código Florestal.

4.2. Cenário Pessimista 2022 e 2030

A orientação do cenário pessimista é a de ocupação do Cerrado sem restrições de cunho ambiental (RL e APP), salvo as áreas protegidas (TI e UC, exceto APA e), tal como mencionado nas seções anteriores. A restrição que se tem é quanto ao compasso de ocupação, ou seja, seu cunho operacional, acentuando assim o ritmo da predominância econômica sobre o território. Esse ritmo está incorporado às projeções da agricultura, silvicultura e pecuária uma vez que já contemplaram os ritmos passados e os projetaram com o ajuste da disponibilidade de mais infraestrutura logística.

Dessa forma, o cenário pessimista demonstra como a projeção das atividades agrosilvopastoris ocorre em cada um dos hexágonos, permitindo uma leitura da intensidade das mudanças que ocorrerão nos recortes de 2022 e 2030. Alguns hexágonos exibem tamanho ímpeto por mais área para agricultura e/ou silvicultura e/ou pastagem que seus limites seriam, caso fosse possível, expandidos para além de seus seis lados. No mapa, as cores que representam estes acontecimentos são o vermelho escuro e vermelho intenso. Outros hexágonos ocupam, dada as projeções, quase a totalidade da área disponível e portanto chegam no limite ou muito próximo do limite de sua área. No mapa, a cor que representa esse acontecimento é o vermelho claro.

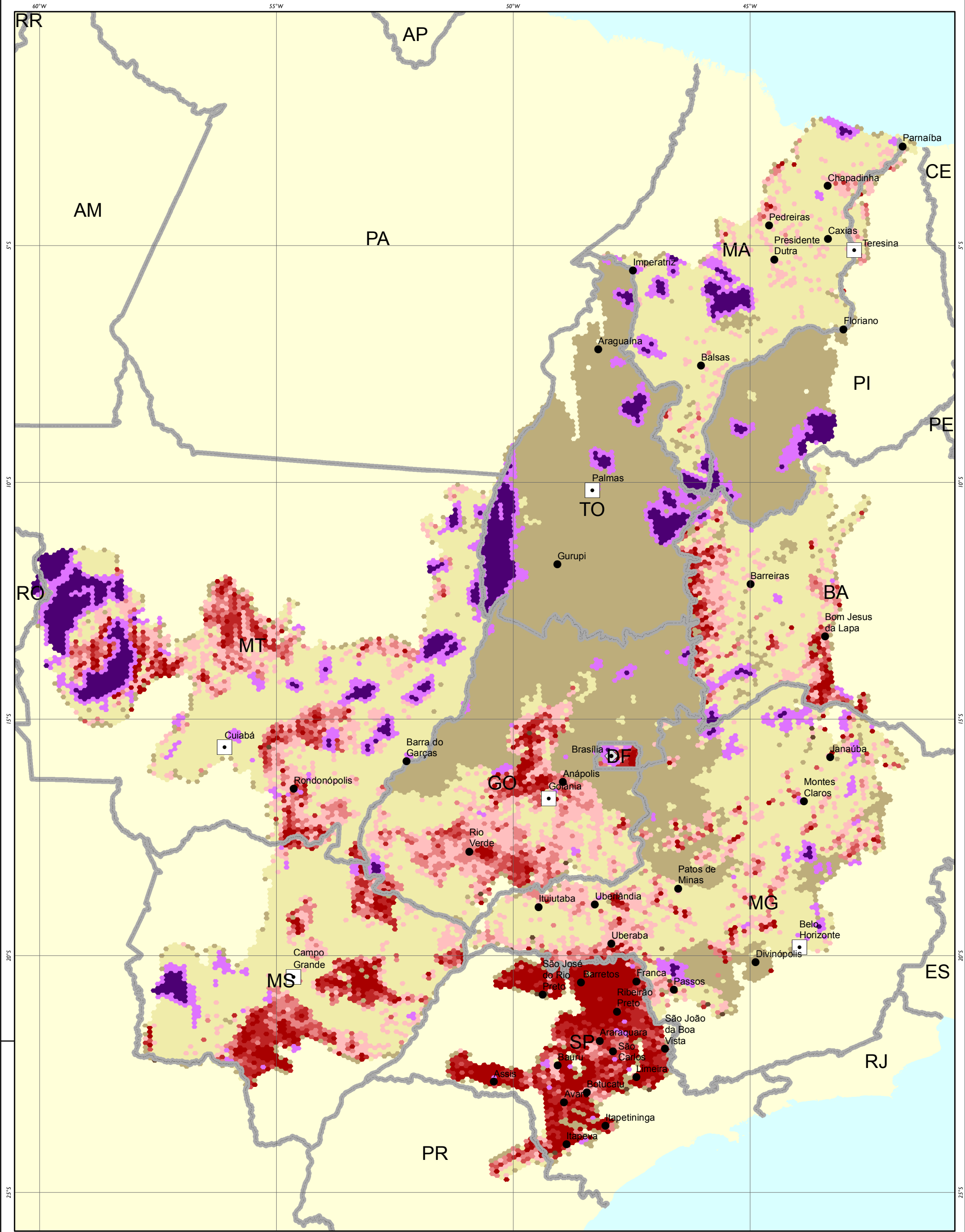
A legenda do cenário pessimista é a seguinte:

- Hexágonos com projeção de perda na área de remanescentes:
 - -6 extrema criticidade: ocupação de mais de 200% da área disponível
 - -5 muito alta criticidade: ocupação entre 100% e 200% da área disponível
 - -4 alta criticidade: ocupação entre 65% e 100% da área disponível
 - -3 moderada criticidade: ocupação entre 35% e 65% da área disponível
 - -2 baixa criticidade: ocupação entre 10% e 35% da área disponível
 - -1 muito baixa criticidade: ocupação entre 0% e 10% da área disponível
- Hexágonos não críticos:
 - +1 possível incremento da área ocupada de 0% a 1%
 - +2 possível incremento da área ocupada de 1% a 30%
 - +3 possível incremento da área ocupada superior a 30%

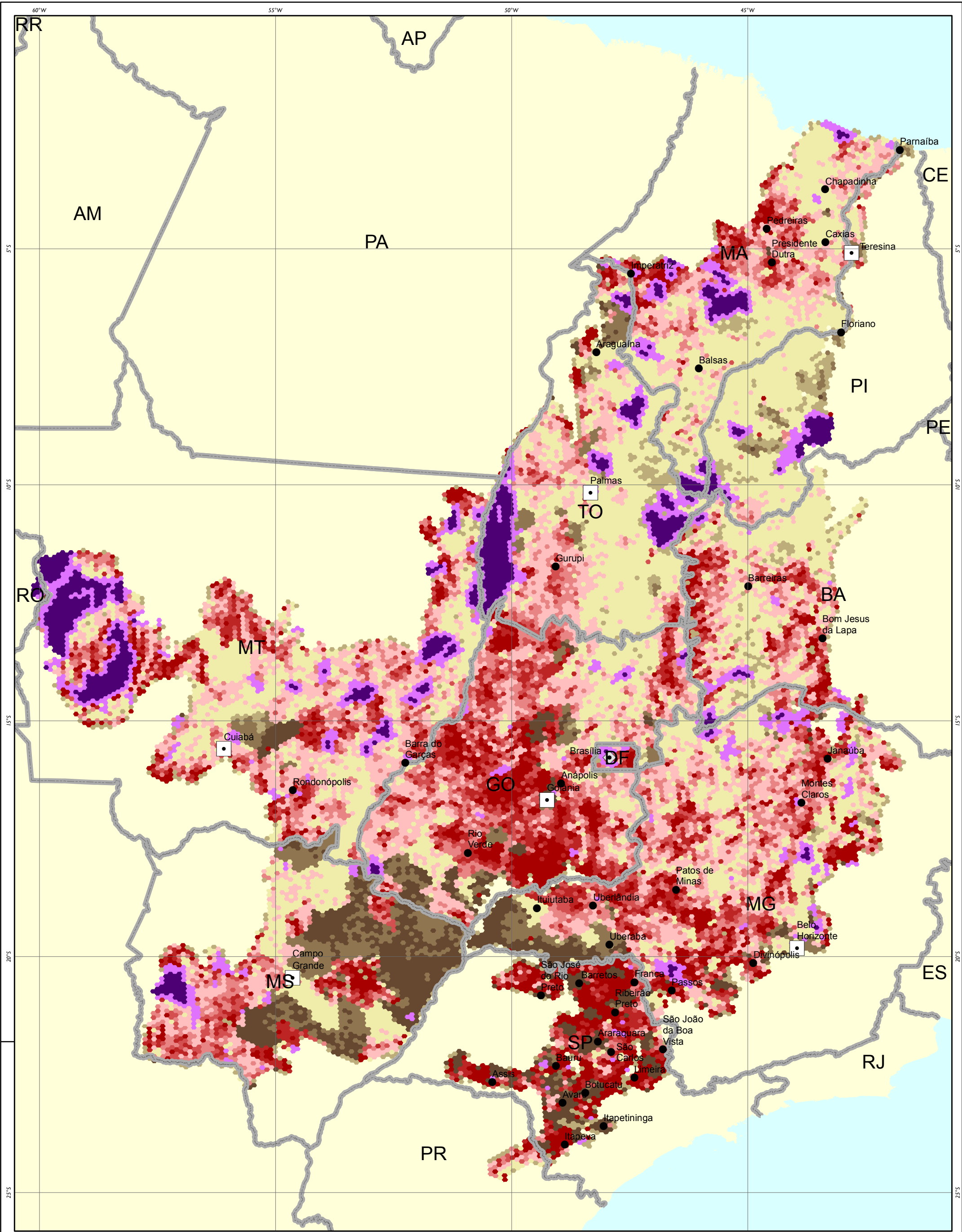
Uma vez que a área disponível para a expansão das atividades agrosilvopastoris não encontra limitações de cunho ambiental (tampouco legal, por consequência), identifica-se pela graduação de cores quais hexágonos representam os maiores potenciais de desmatamento.














O grau de intensidade na quase ou desejada transposição da fronteira virtual do hexágono representa a criticidade da área em relação à conservação do bioma Cerrado, visto que para além da ocupação integral de seu próprio hexágono, haveria ímpeto para mais área. Os agrupamentos de hexágonos com coloração vermelho-intensa, consequentemente, indicam os *clusters* de pressão ambiental mais intenso e onde haverá a mais alta pressão sobre as áreas contíguas.

A apresentação dos cenários, além dos recortes temporais de 2022 e 2030, se faz pela atividade agrícola (+silvicultura) segregada do conjunto agricultura, silvicultura e pastagem. Objetiva-se com essa distinção demonstrar o efeito da mecânica da terra de fronteira. Nesta, a rentabilidade marginal da terra agriculturável, superior à da pastagem, faz com que a segunda atividade se desloque para onde há desprezível custo de ocupação – geralmente nas áreas com remanescentes de Cerrado.



CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS		REFERÊNCIAS	LOCALIZAÇÃO DA FOLHA	
Cenário Pessimista – Agricultura e Silvicultura – 2022*		Fontes: <ul style="list-style-type: none">- PROBIO, 2002;- PMDBBS, 2010;- MMA, 2014;- MAPA, 2013;- IBGE, 2010, 2013, 2014;- Arcadis Logos, 2014.		
<ul style="list-style-type: none">Extrema criticidade: ocupação de mais que 200% da área disponívelMuito alta criticidade: ocupação entre 100% e 200% da área disponívelAlta criticidade: ocupação entre 65% e 100% da área disponívelModerada criticidade: ocupação entre 35% e 65% da área disponívelBaixa criticidade: ocupação entre 10% e 35% da área disponívelMuito baixa criticidade: ocupação entre 0% e 10% da área disponívelPossível incremento da área ocupada de 0% a 1%Possível incremento da área ocupada de 1% a 30%Possível incremento da área ocupada superior a 30%	<ul style="list-style-type: none">Área Protegida: UC e TI (99% a 100% do hexágono)Área Protegida: UC e TI e entorno imediato (10% a 99% do hexágono)			
<p>* Em relação à área do hexágono (excluem-se área urbana, água, não mapeado e área protegida).</p>		<p>0 75 150 300 km</p> <p>Sistema de Coordenadas Geográficas - Datum: SAD 69</p>	<p>escala: 1:8.000.000</p>	
			<p>folha: CERRADO</p>	
			<p>data: OUT /2014</p>	



CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS		REFERÊNCIAS	LOCALIZAÇÃO DA FOLHA	
Cenário Pessimista – Agricultura, Silvicultura e Pastagem – 2022*		Fontes:		
 Extrema criticidade: ocupação de mais de 200% da área disponível	 Área Protegida: UC e TI (99% a 100% do hexágono)	- PROBIO, 2002;		
 Muito alta criticidade: ocupação entre 100% e 200% da área disponível	 Área Protegida: UC e TI e entorno imediato (10% a 99% do hexágono)	- PMDBBS, 2010;		
 Alta criticidade: ocupação entre 65% e 100% da área disponível		- MMA, 2014;		
 Moderada criticidade: ocupação entre 35% e 65% da área disponível		- MAPA, 2013;		
 Baixa criticidade: ocupação entre 10% e 35% da área disponível		- IBGE, 2010, 2013, 2014;		
 Muito baixa criticidade: ocupação entre 0% e 10% da área disponível		- Arcadis Logos, 2014.		
 Possível incremento da área ocupada de 0% a 1%				
 Possível incremento da área ocupada de 1% a 30%				
 Possível incremento da área ocupada superior a 30%				

* Em relação à área do hexágono (excluem-se área urbana, água, não mapeado e área protegida).

escala: 1:8.000.000 folha: CERRADO data: OUT /2014

A diferença de cores entre o cenário exclusivo da agricultura e da silvicultura e do cenário destas atividades somadas à pecuária é evidente e faz emergir o fato de que a pecuária praticada no bioma Cerrado é de natureza extensiva. Quando há um significativo acréscimo na área voltada para a agricultura, é essa a atividade que detém a preferência na ocupação, uma vez que gera retornos econômicos maiores. Dessa forma, as diferenças dos dois mapeamentos representa a mecânica da fronteira²⁴.

É por essa mecânica, conformada nos mapas pela forma da projeção articulada no território, que os estados do Tocantins e do Piauí tornam-se homogêneos no cenário pessimista só com a agricultura e a silvicultura. Uma vez que recebem uma projeção menos intensa para essas atividades, ela "cabe" nos hexágonos sem pressioná-los, fato que se inverte ao se adicionar a pecuária.

A intensidade das manchas vermelhas que ocorreriam tão cedo quanto 2022 (há menos de uma década no futuro) surpreende, notando-se quando está computado um considerável incremento na produtividade da pecuária. No total, praticamente 15% dos hexágonos em 2022 terão ultrapassado suas fronteiras. A tendência é que haja, assim, um preenchimento de todas as áreas de remanescentes de Cerrado contíguas aos blocos vermelhos, cobrindo assim boa parte do que resta do bioma Cerrado. Adicionalmente, 6,2% dos hexágonos estarão no limite da ocupação de suas áreas.

Existe uma pequena, porém, interessante quantidade de hexágonos que passa de crítico para não crítico após a adição da pecuária no cenário pessimista. Isso ocorre porque há uma tendência de redução das atividades de pastagem nesses locais, o que faz com que haja mais área disponível para a agricultura e silvicultura, que por sua vez deixa de pressionar as fronteiras. Trata-se da visualização da teoria da transição florestal, fenômeno que é bastante visível no Estado de São Paulo e na porção leste do Mato Grosso do Sul. Mais uma vez a mecânica de ocupação do bioma Cerrado como terra de fronteira é corroborada, haja vista que em suas ocupações mais antigas é notável a existência de atividades agrícolas nas melhores áreas (planas, férteis e de bom acesso).

²⁴ Para um maior detalhamento da mecânica da terra de fronteira, ver Produto 1, Diagnóstico Estratégico. Para um aprofundamento na vinculação entre a pecuária e o desmatamento, ver: BOWMAN et al (2012), RIVERO (2009) e STEINFELD et al (2006). Dentre diversos outros autores que trabalham com o tema, os citados trazem análises qualitativas e quantitativas.

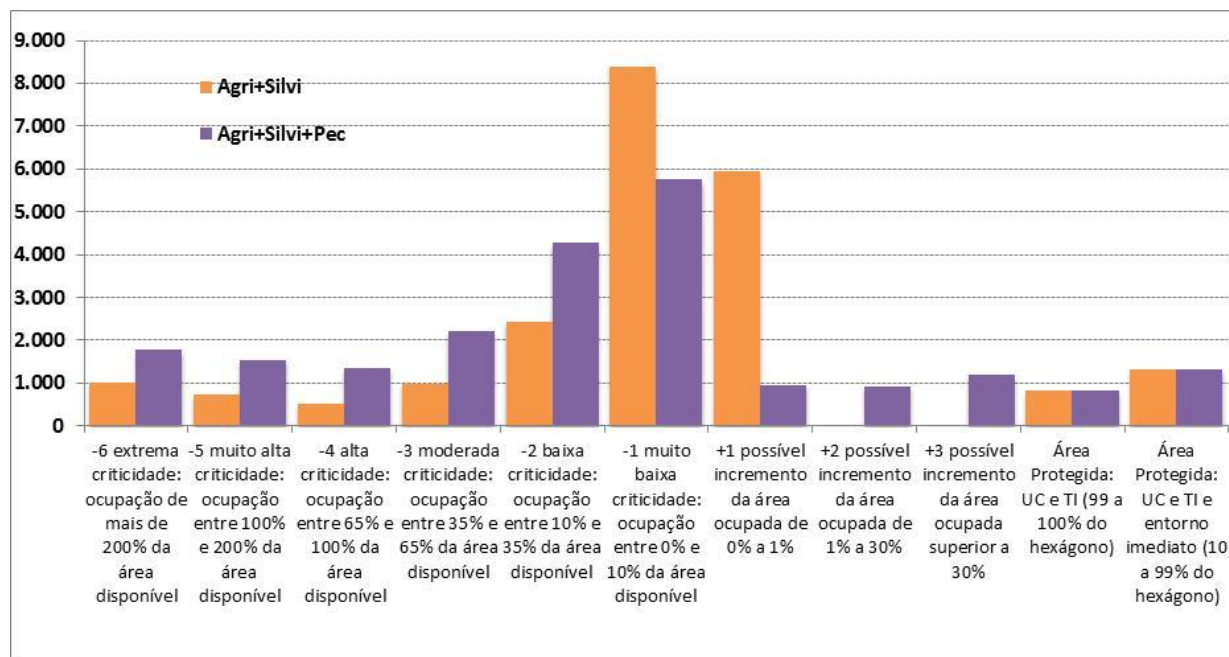
Quadro 4-3 Descritivo Numérico dos hexágonos no Cenário Pessimista 2022.

CENÁRIO PESSIMISTA 2022	Agricultura + Silvicultura		Agricultura + Silvicultura + Pastagem	
	hexágonos	%	hexágonos	%
Hexágonos críticos:				
-6 extrema criticidade: ocupação de mais de 200% da área disponível	999	4,5%	1.778	8,0%
-5 muito alta criticidade: ocupação entre 100% e 200% da área disponível	726	3,3%	1.537	6,9%
-4 alta criticidade: ocupação entre 65% e 100% da área disponível	513	2,3%	1.362	6,2%
-3 moderada criticidade: ocupação entre 35% e 65% da área disponível	988	4,5%	2.213	10,0%
-2 baixa criticidade: ocupação entre 10% e 35% da área disponível	2.440	11,0%	4.268	19,3%
-1 muito baixa criticidade: ocupação entre 0% e 10% da área disponível	8.380	37,9%	5.763	26,0%
Hexágonos não críticos:				
+1 possível incremento da área ocupada de 0% a 1%	5.931	26,8%	950	4,3%
+2 possível incremento da área ocupada de 1% a 30%	1	0,0%	923	4,2%
+3 possível incremento da área ocupada superior a 30%	18	0,1%	1.202	5,4%
Hexágonos em Áreas Protegidas:				
Área Protegida: UC e TI (99 a 100% do hexágono)	818	3,7%	818	3,7%
Área Protegida: UC e TI e entorno imediato (10 a 99% do hexágono)	1.323	6,0%	1.323	6,0%

Elaboração: ARCADIS Logos, 2014.

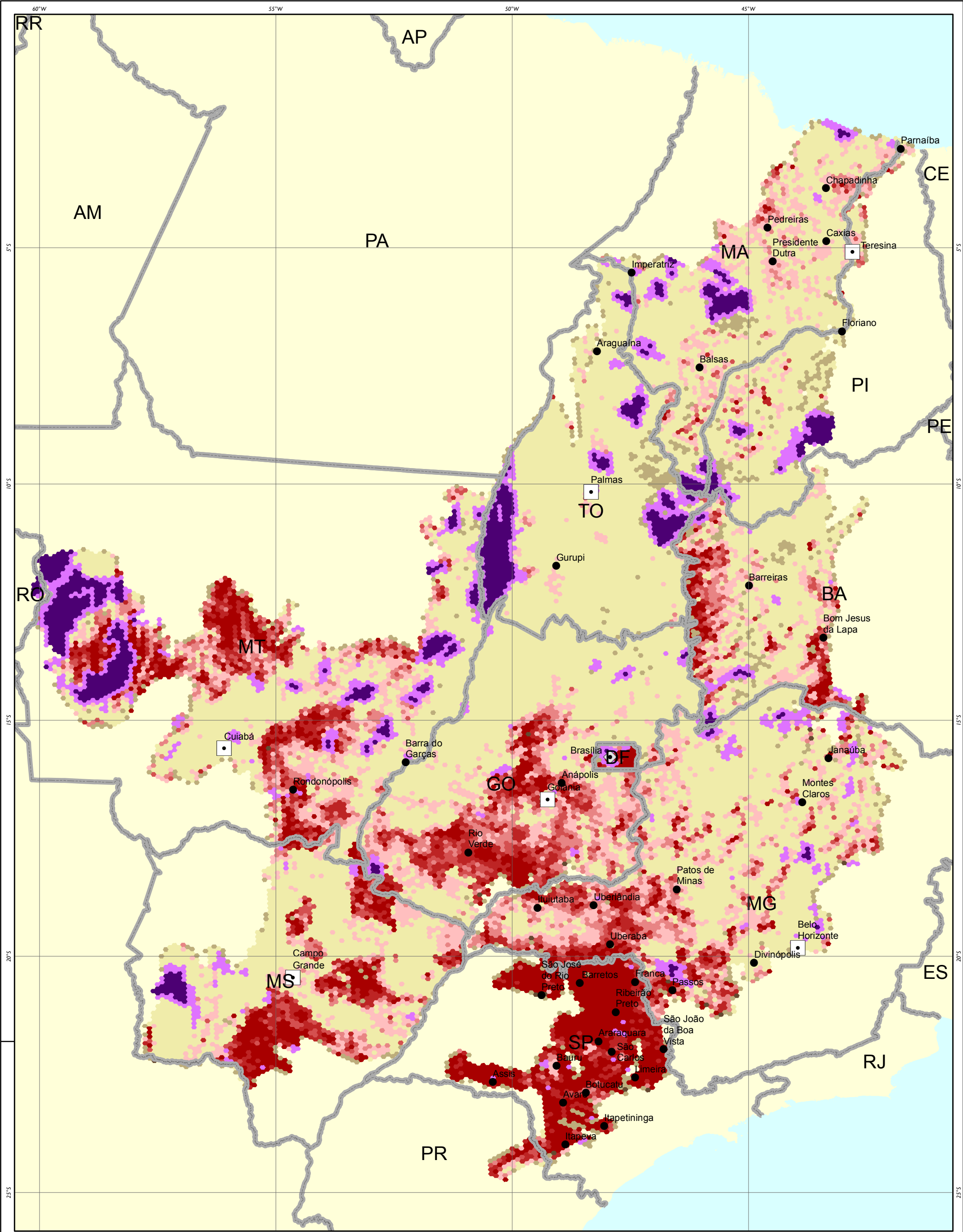
O gráfico abaixo facilita a visualização dos quantitativos elencados na tabela acima.




Gráfico 4-2 Quantitativos dos hexágonos no Cenário Pessimista de 2022.

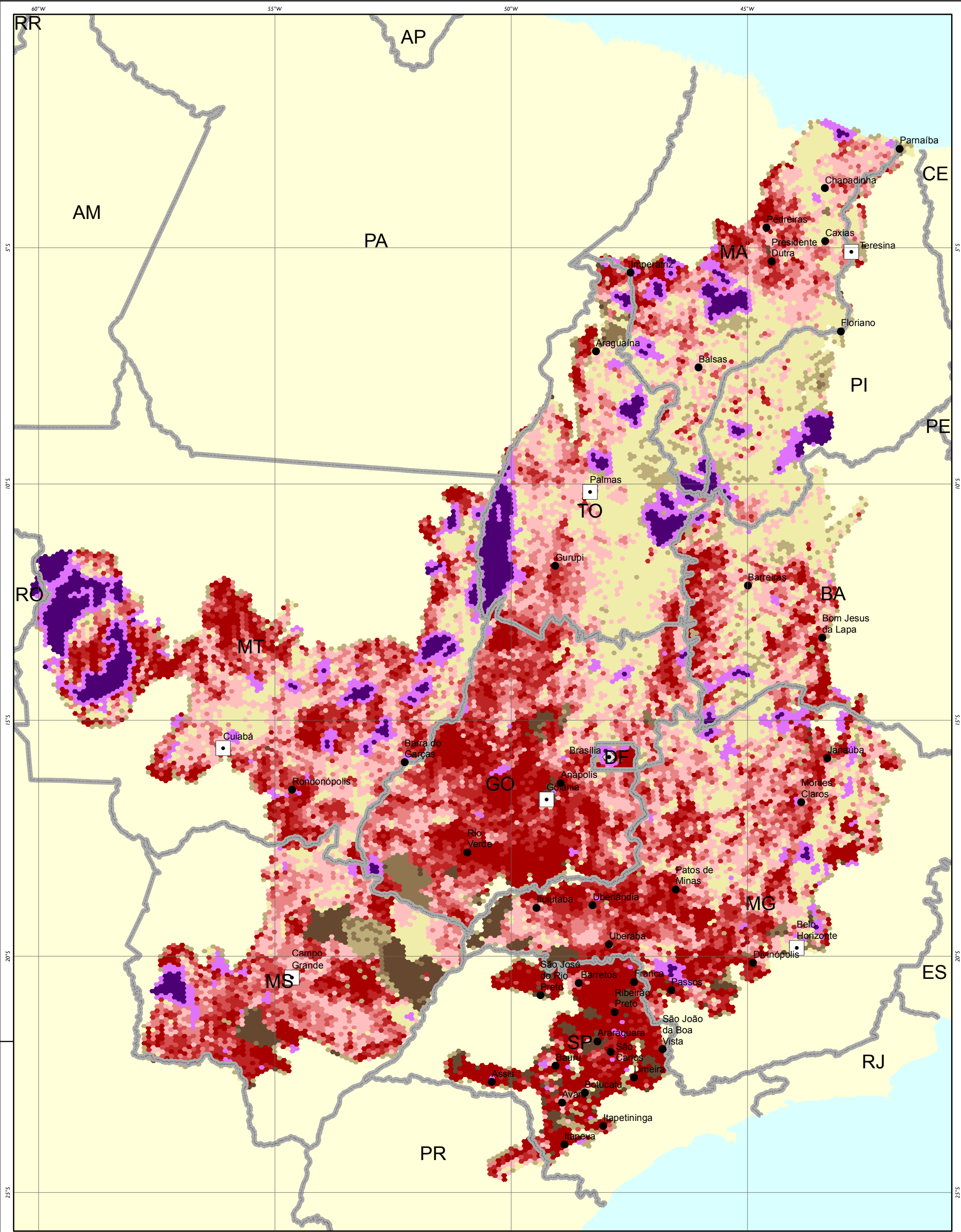




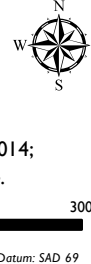
Elaboração: ARCADIS Logos, 2014.

As mesmas observações acima descritas podem ser realizadas para o cenário pessimista de 2030, que intensifica ainda mais a pressão no território, como se demonstra a seguir.



CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS		REFERÊNCIAS	LOCALIZAÇÃO DA FOLHA	
Cenário Pessimista – Agricultura e Silvicultura – 2030*		Fontes: <ul style="list-style-type: none">- PROBIO, 2002;- PMDBBS, 2010;- MMA, 2014;- MAPA, 2013;- IBGE, 2010, 2013, 2014;- Arcadis Logos, 2014.		
<ul style="list-style-type: none">Extrema criticidade: ocupação de mais de 200% da área disponívelMuito alta criticidade: ocupação entre 100% e 200% da área disponívelAlta criticidade: ocupação entre 65% e 100% da área disponívelModerada criticidade: ocupação entre 35% e 65% da área disponívelBaixa criticidade: ocupação entre 10% e 35% da área disponívelMuito baixa criticidade: ocupação entre 0% e 10% da área disponívelPossível incremento da área ocupada de 0% a 1%Possível incremento da área ocupada de 1% a 30%Possível incremento da área ocupada superior a 30%	<ul style="list-style-type: none">Área Protegida: UC e TI (99% a 100% do hexágono)Área Protegida: UC e TI e entorno imediato (10% a 99% do hexágono)	 <p><small>* Em relação à área do hexágono (excluem-se área urbana, água, não mapeado e área protegida).</small></p>		CENÁRIO PESSIMISTA AGRICULTURA E SILVICULTURA - 2030
		escala: 1:8.000.000	folha: CERRADO	data: OUT /2014



CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS		REFERÊNCIAS		LOCALIZAÇÃO DA FOLHA	
Cenário Pessimista – Agricultura, Silvicultura e Pastagem – 2030*		Fontes:			
<ul style="list-style-type: none">Extrema criticidade: ocupação de mais de 200% da área disponívelMuito alta criticidade: ocupação entre 100% e 200% da área disponívelAlta criticidade: ocupação entre 65% e 100% da área disponívelModerada criticidade: ocupação entre 35% e 65% da área disponívelBaixa criticidade: ocupação entre 10% e 35% da área disponívelMuito baixa criticidade: ocupação entre 0% e 10% da área disponívelPossível incremento da área ocupada de 0% a 1%Possível incremento da área ocupada de 1% a 30%Possível incremento da área ocupada superior a 30%		<ul style="list-style-type: none">- PROBIO, 2002;- PMDBBS, 2010;- MMA, 2014;- MAPA, 2013;- IBGE, 2010, 2013, 2014;- Arcadis Logos, 2014.			
<p>* Em relação à área do hexágono (excluem-se área urbana, água, não mapeado e área protegida).</p>				CENÁRIO PESSIMISTA AGRICULTURA, SILVICULTURA E PASTAGEM - 2030	
				escala: 1:8.000.000	folha: CERRADO
				data: OUT /2014	

A intensidade das manchas vermelhas no cenário pessimista 2030 torna visual o fato (projetado) que 25% dos hexágonos terão ultrapassado suas fronteiras virtuais em busca de mais área para atender o volume demandado pelas atividades agropecuárias. Adicionalmente, 7,8% dos hexágonos estarão no limite da ocupação de suas áreas.

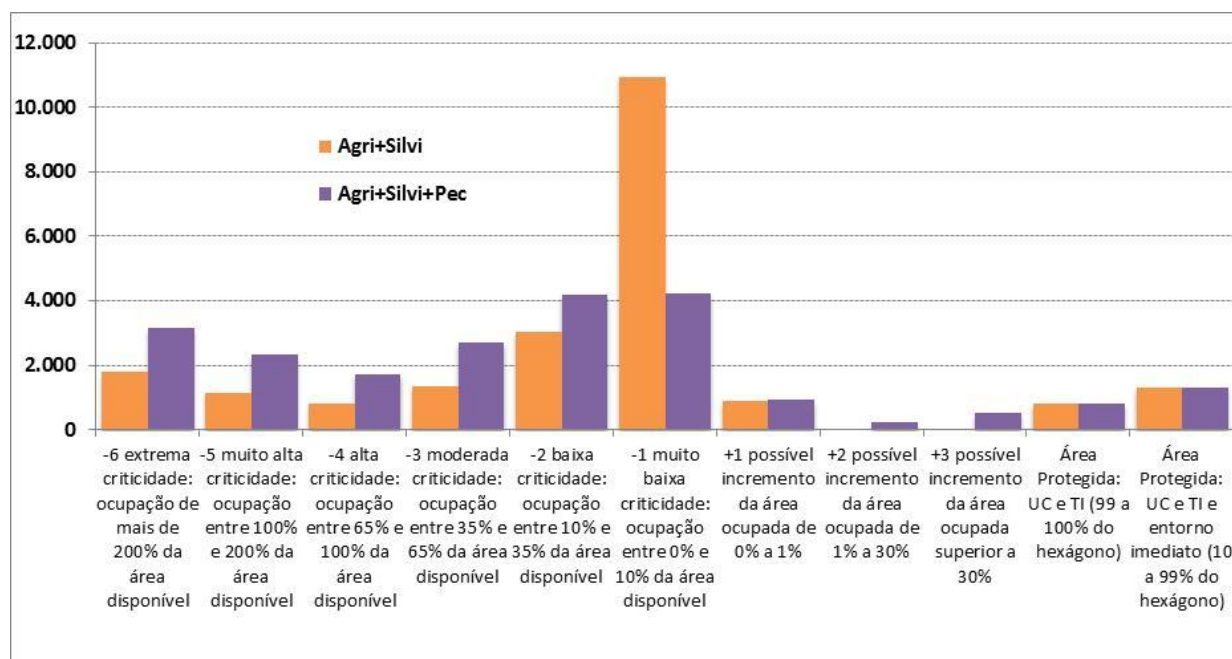
Percebe-se que os grandes *clusters* de hexágonos com remanescentes de Cerrado na base de 2010 não são mais visíveis e/ou são bastante fragmentados nas projeções até 2030. A ocupação da região de MAPITOBA ganha força e muda de categoria entre não crítico e crítico com bastante intensidade de 2022 para 2030.

Quadro 4-4 Descritivo Numérico dos hexágonos no Cenário Pessimista 2030.

CENÁRIO PESSIMISTA 2030	Agricultura + Silvicultura		Agricultura + Silvicultura + Pastagem	
	hexágonos	%	hexágonos	%
Hexágonos críticos:				
-6 extrema criticidade: ocupação de mais de 200% da área disponível	1.818	8,2%	3.138	14,2%
-5 muito alta criticidade: ocupação entre 100% e 200% da área disponível	1.149	5,2%	2.316	10,5%
-4 alta criticidade: ocupação entre 65% e 100% da área disponível	810	3,7%	1.728	7,8%
-3 moderada criticidade: ocupação entre 35% e 65% da área disponível	1.349	6,1%	2.689	12,1%
-2 baixa criticidade: ocupação entre 10% e 35% da área disponível	3.040	13,7%	4.201	19,0%
-1 muito baixa criticidade: ocupação entre 0% e 10% da área disponível	10.934	49,4%	4.235	19,1%
Hexágonos não críticos:				
+1 possível incremento da área ocupada de 0% a 1%	876	4,0%	923	4,2%
+2 possível incremento da área ocupada de 1% a 30%	0	0,0%	238	1,1%
+3 possível incremento da área ocupada superior a 30%	20	0,1%	528	2,4%
Hexágonos em Áreas Protegidas				
Área Protegida: UC e TI (99 a 100% do hexágono)	818	3,7%	818	3,7%
Área Protegida: UC e TI e entorno imediato (10 a 99% do hexágono)	1.323	6,0%	1.323	6,0%

Elaboração: ARCADIS Logos, 2014.

O gráfico abaixo facilita a visualização dos quantitativos elencados na tabela acima.

Gráfico 4-3 Quantitativos dos hexágonos no Cenário Pessimista 2030.


Elaboração: ARCADIS Logos, 2014.

O próximo quadro traz um balanço das áreas ocupadas em 2010 em comparação com aquelas projetadas para 2022 e 2030. Tem-se um acréscimo de 62% nas áreas agriculturáveis e outro de 50% nas áreas de pastagem. A razão da agricultura para pastagem em 2010 é de 31%, sendo que em 2030 se projeta uma razão de 36%, ou seja, a agricultura ocupará mais área em relação à pecuária, porém apenas um pouco a mais. Já as atividades de silvicultura são projetadas para aumentar em 31% o uso do Cerrado.

Somadas as três atividades representarão um total de 147 milhões de hectares em 2030, ou 72% da área do bioma Cerrado. Os remanescentes de Cerrado, em movimento contrário, são reduzidos em 31% até 2022 e em 56% em 2030, quando deverá representar 19% da área total do bioma Cerrado.

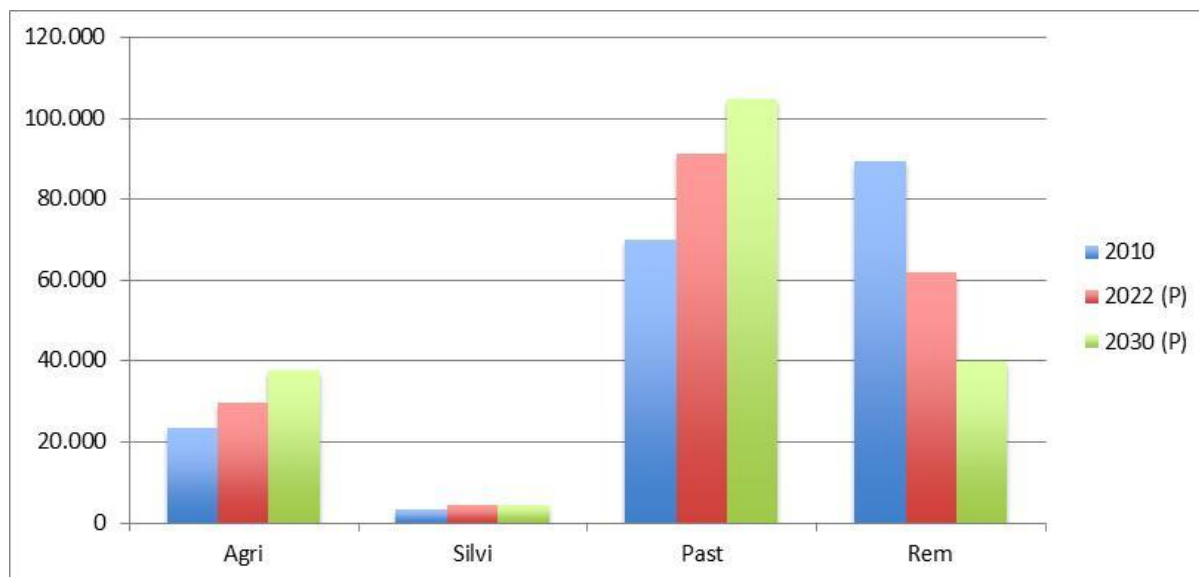
Quadro 4-5 Balanço das áreas no Cenário Pessimista.

BALANÇO DAS ÁREAS	AGRICULTURA		SILVICULTURA		PASTAGEM		REMANESCENTES	
	mil ha	% p/ 2010	mil ha	% p/ 2010	mil ha	% p/ 2010	mil ha	% p/ 2010
2010	23.254	-	3.274	-	69.651	-	89.389	-
2022 (P)	29.495	26,8%	4.155	26,9%	90.990	30,6%	61.809	-30,9%
2030 (P)	37.739	62,3%	4.300	31,3%	104.779	50,4%	39.776	-55,5%

Elaboração: ARCADIS Logos, 2014.

O gráfico abaixo facilita a visualização dos quantitativos elencados na tabela acima.

Gráfico 4-4 Balanço das áreas no Cenário Pessimista (em mil ha).



Elaboração: ARCADIS Logos, 2014.

O cenário pessimista cumpre seu papel em demonstrar uma situação extrema, onde o desrespeito à legislação ambiental de qualquer natureza permite ao bioma receber a maior parte da demanda por mais produção agrícola, de silvicultura e pecuária.

Embora extremo, o cenário pessimista definitivamente continua plausível: estima-se que da área total do bioma Cerrado, 48,2% já perderam sua cobertura vegetal nativa (MMA, 2009), sendo que grande parte dessa perda ocorreu nas últimas duas décadas, quando o Cerrado se transformou na nova fronteira agrícola do país (MAROUELLI, 2003; JACOVINE et alii, 2008 apud RODRIGUES; MATRICARDI, 2013).

4.3. Cenário Normativo 2022 e 2030

A dinâmica econômica é o preponderante vetor de ocupação do bioma Cerrado. A manutenção das funções ecológicas e das conexões ecossistêmicas são severamente prejudicadas no cenário pessimista, onde não há imposição de restrições ambientais. O cenário normativo, por sua vez, aplica as limitações previstas na legislação ambiental vigente (Novo Código Florestal) relativas à Reserva Legal e às Áreas de Preservação Permanente, gerando mosaicos ao longo de todo o seu território.

O ponto de partida do cenário normativo é o mesmo do cenário pessimista: a realidade atual (2010) trazida pelos dois primeiros mapas de remanescentes e ocupação pelas atividades agrosilvopastoris. O terceiro mapa base, denominado Normativo 2010, pode ser compreendido como um passo intermediário entre a realidade já superada do ano-base (2010) e o que se antevê pelo cenário normativo de 2022 e de 2030.

A composição do cenário normativo é similar a do pessimista, onde as projeções das áreas demandadas pela agricultura, silvicultura e pecuária são impostas ao território, subdividido em seus 22.137 hexágonos. Essas projeções encontram, entretanto, uma restrição maior do que no cenário pessimista. Ou seja, em alguns casos se projeta para um determinado

hexágono uma demanda de área maior do que é possível dentro de sua virtual fronteira de seis linhas e 10 mil hectares. Uma vez que todos os hexágonos no cenário normativo cumprem rigorosamente com a lei, esse excedente de demanda por áreas se perde. Em outras palavras, limitam-se no agregado as atividades produtivas.

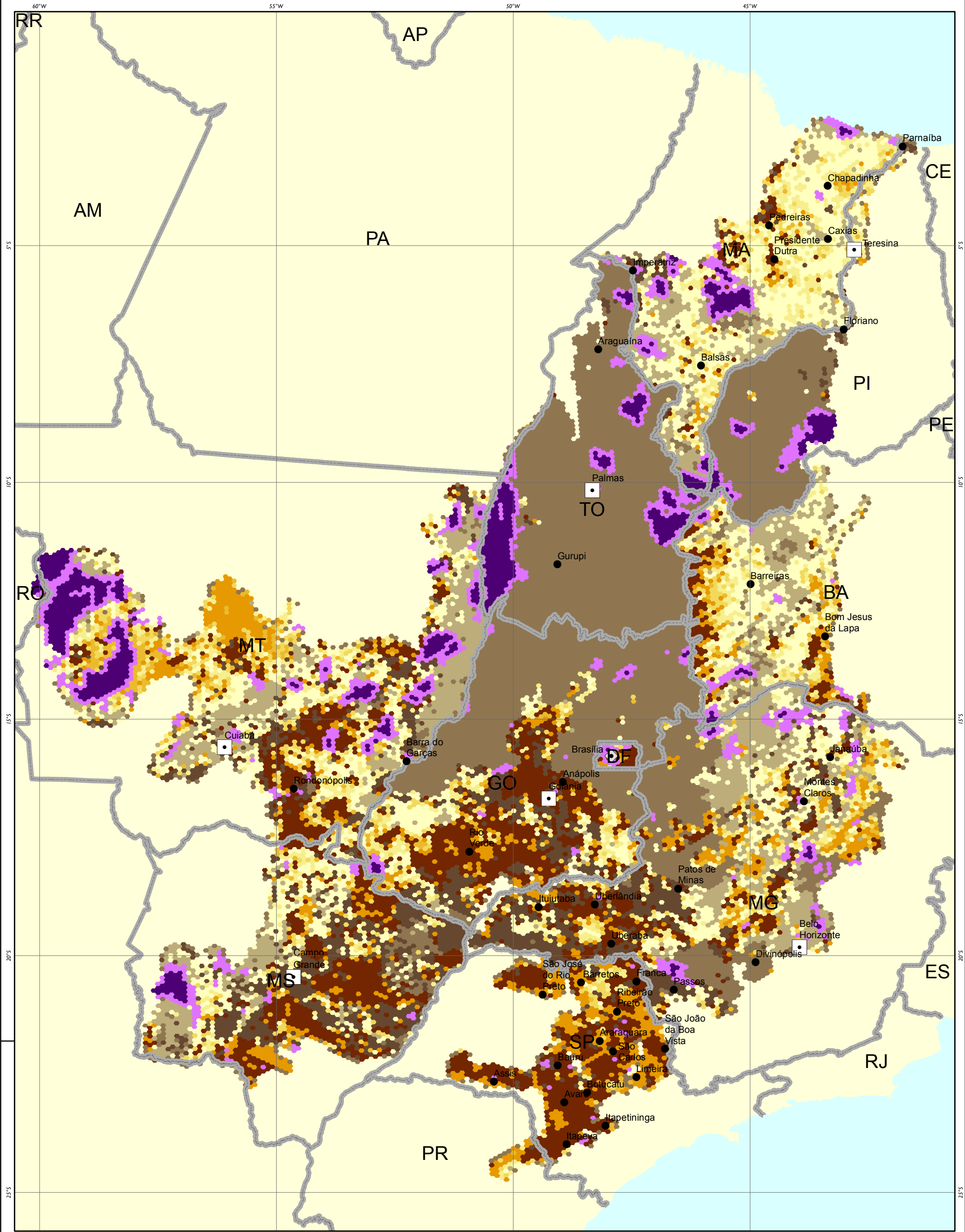
Um pressuposto do cenário normativo é que, quando se encontram limites à expansão da área produtiva, a agricultura e silvicultura exercem preferência sobre a pecuária. Ou seja, se um hexágono pode, dentro da legalidade, ocupar 1.000 ha e há projeção de expansão da agricultura de 750 ha, da silvicultura em 50 ha e da pecuária de 500 ha, as duas primeiras atividades ocuparão os 800 ha e a pecuária apenas 200 ha.



A legenda do cenário normativo é a seguinte:

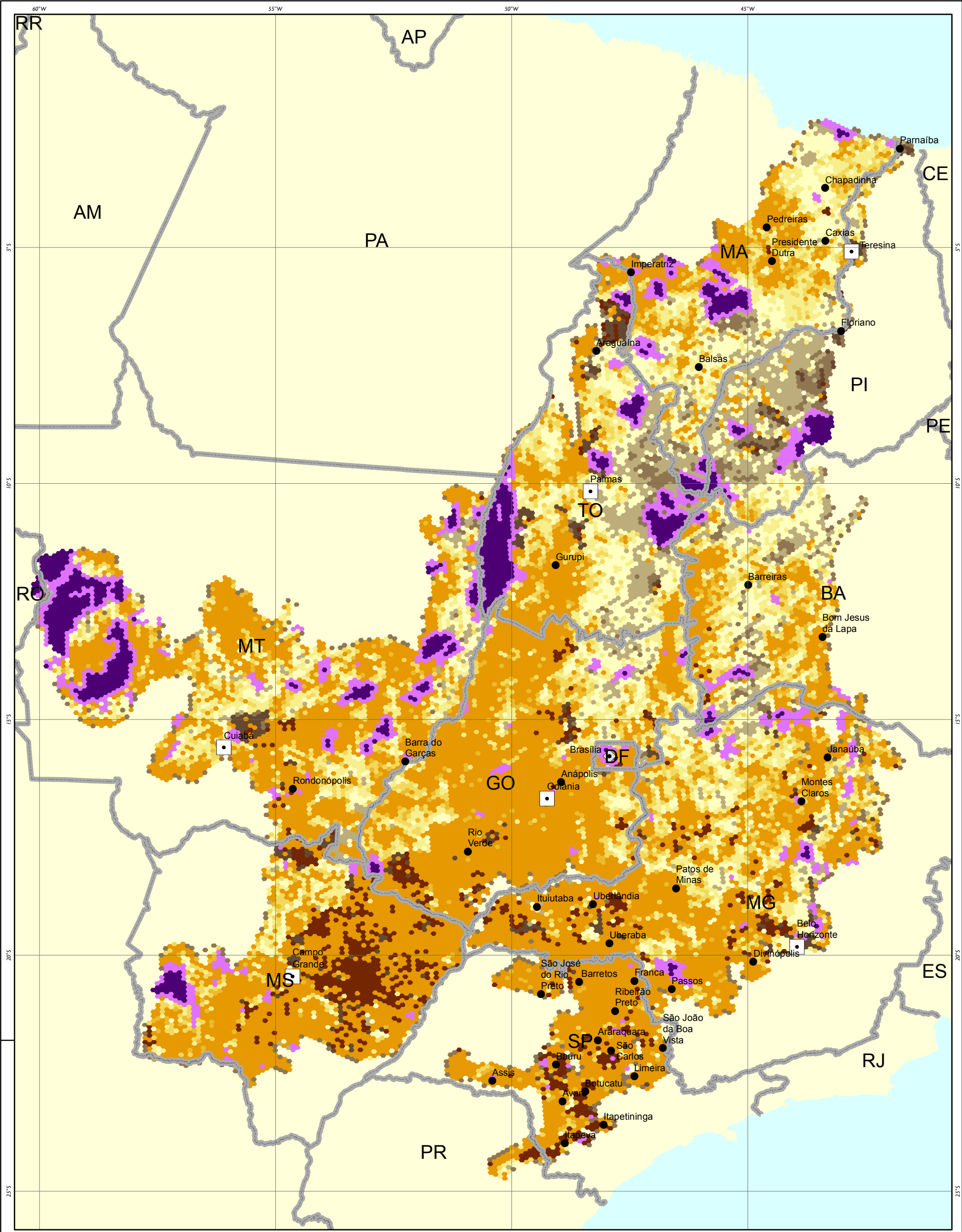
- Hexágonos com projeção de perda na área de remanescentes, observando-se que a área disponível é aquela já enquadrada na legalidade:
 - -6 muito alta criticidade: ocupação entre 90% e 100% da área disponível
 - -5 alta criticidade: ocupação entre 60% e 90% da área disponível
 - -4 moderada criticidade: ocupação entre 30% e 60% da área disponível
 - -3 baixa criticidade: ocupação entre 10% e 30% da área disponível
 - -2 muito baixa criticidade: ocupação entre 1% e 10% da área disponível
 - -1 não há criticidade: ocupação entre 0% e 1% da área disponível
- Hexágonos não críticos:
 - +1 possível incremento da área ocupada de 0% a 1%
 - +2 possível incremento da área ocupada de 1% a 30%
 - +3 possível incremento da área ocupada superior a 30%



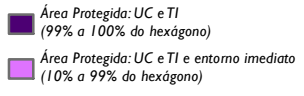
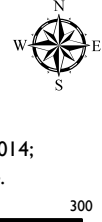

Os diferentes graus de coloração alaranjada do cenário normativo devem ser lidos como gradientes de intensidade da tensão superficial dos hexágonos: aqueles com o laranja intenso são muito críticos pois se encontram no limite da legalidade. Significa que já desmataram o possível dentro da lei e há, portanto, potencial conflito pelo uso do solo (conceito de “tensão superficial” acima explicado), inclusive gerando demandas por ocupação de áreas ilegais, a depender do custo de oportunidade de cada local.

Tal como para o cenário pessimista, a apresentação se dá pelo recorte da agricultura + silvicultura e pelo conjunto das três atividades (agricultura, silvicultura e pecuária).



CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS		REFERÊNCIAS	LOCALIZAÇÃO DA FOLHA	
Cenário Normativo – Agricultura e Silvicultura – 2022*		Fontes: <ul style="list-style-type: none">- PROBIO, 2002;- PMDBBS, 2010;- MMA, 2014;- MAPA, 2013;- IBGE, 2010, 2013, 2014;- Arcadis Logos, 2014.		
<ul style="list-style-type: none">Muito alta criticidade: ocupação entre 90% e 100% da área disponívelAlta criticidade: ocupação entre 60% e 90% da área disponívelModerada criticidade: ocupação entre 30% e 60% da área disponívelBaixa criticidade: ocupação entre 10% e 30% da área disponívelMuito baixa criticidade: ocupação entre 1% e 10% da área disponívelNão há criticidade: ocupação entre 0% e 1% da área disponívelPossível incremento da área ocupada de 0% a 1%Possível incremento da área ocupada de 1% a 30%Possível incremento da área ocupada superior a 30%	<ul style="list-style-type: none">Área Protegida: UC e TI (99% a 100% do hexágono)Área Protegida: UC e TI e entorno imediato (10% a 99% do hexágono) <p><small>* Em relação à área do hexágono (excluem-se área urbana, água, não mapeado e área protegida).</small></p>	<p>0 75 150 300 km</p> <p>Sistema de Coordenadas Geográficas - Datum: SAD 69</p>		CENÁRIO NORMATIVO AGRICULTURA E SILVICULTURA - 2022
				escala: 1:8.000.000 folha: CERRADO data: OUT /2014



CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS		REFERÊNCIAS		LOCALIZAÇÃO DA FOLHA	
Cenário Normativo – Agricultura, Silvicultura e Pastagem – 2022*		Fontes:		 MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE	
<ul style="list-style-type: none">Muito alta criticidade: ocupação entre 90% e 100% da área disponívelAlta criticidade: ocupação entre 60% e 90% da área disponívelModerada criticidade: ocupação entre 30% e 60% da área disponívelBaixa criticidade: ocupação entre 10% e 30% da área disponívelMuito baixa criticidade: ocupação entre 1% e 10% da área disponívelNão há criticidade: ocupação entre 0% e 1% da área disponívelPossível incremento da área ocupada de 0% a 1%Possível incremento da área ocupada de 1% a 30%Possível incremento da área ocupada superior a 30%		<ul style="list-style-type: none">- PROBIO, 2002;- PMDBBS, 2010;- MMA, 2014;- MAPA, 2013;- IBGE, 2010, 2013, 2014;- Arcadis Logos, 2014.			
					
<p>* Em relação à área do hexágono (excluem-se área urbana, água, não mapeado e área protegida).</p>		<p>Sistema de Coordenadas Geográficas - Datum: SAD 69</p>		CENÁRIO NORMATIVO AGRICULTURA, SILVICULTURA E PASTAGEM - 2022	
				escala: 1:8.000.000	
				folha: CERRADO	
				data: OUT /2014	

A diferença de cores entre o cenário normativo exclusivo da agricultura e silvicultura do cenário das três atividades combinadas é a evidência de que a pastagem ocupará o território até seu limite. A imposição das restrições ambientais faz com que, tão logo quanto 2022, 41% dos hexágonos já tenham desmatado de 90% a 100% do possível dentro dos limites da legalidade.

Existe uma pequena porém interessante quantidade de hexágonos que passa de crítico para não crítico após a adição da pecuária. Isso ocorre, da mesma forma que no cenário pessimista, pela substituição das atividades de pastagem extensiva pela agricultura. O fenômeno não se repete com a mesma intensidade que no cenário pessimista uma vez que as atividades intra-hexágono são limitadas pela imposição legal.

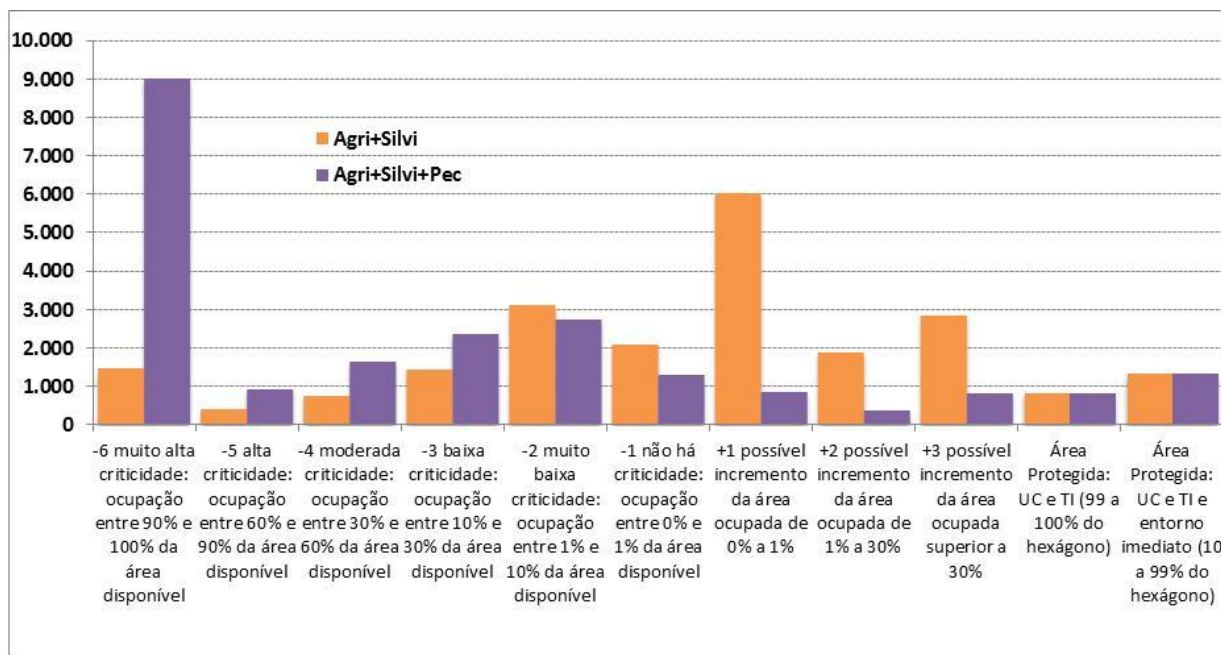
Quadro 4-6 Descritivo Numérico dos hexágonos no Cenário Normativo 2022.

CENÁRIO NORMATIVO 2022	Agricultura + Silvicultura		Agricultura + Silvicultura + Pastagem	
	hexágonos	%	hexágonos	%
Hexágonos críticos:				
-6 muito alta criticidade: ocupação entre 90% e 100% da área disponível	1.456	6,6%	9.000	40,7%
-5 alta criticidade: ocupação entre 60% e 90% da área disponível	412	1,9%	930	4,2%
-4 moderada criticidade: ocupação entre 30% e 60% da área disponível	748	3,4%	1.621	7,3%
-3 baixa criticidade: ocupação entre 10% e 30% da área disponível	1.440	6,5%	2.353	10,6%
-2 muito baixa criticidade: ocupação entre 1% e 10% da área disponível	3.114	14,1%	2.723	12,3%
-1 não há criticidade: ocupação entre 0% e 1% da área disponível	2.096	9,5%	1.299	5,9%
Hexágonos não críticos:				
+1 possível incremento da área ocupada de 0% a 1%	6.008	27,1%	862	3,9%
+2 possível incremento da área ocupada de 1% a 30%	1.889	8,5%	381	1,7%
+3 possível incremento da área ocupada superior a 30%	2.833	12,8%	827	3,7%
Hexágonos em Áreas Protegidas				
Área Protegida: UC e TI (99 a 100% do hexágono)	818	3,7%	818	3,7%
Área Protegida: UC e TI e entorno imediato (10 a 99% do hexágono)	1.323	6,0%	1.323	6,0%

Elaboração: ARCADIS Logos, 2014.

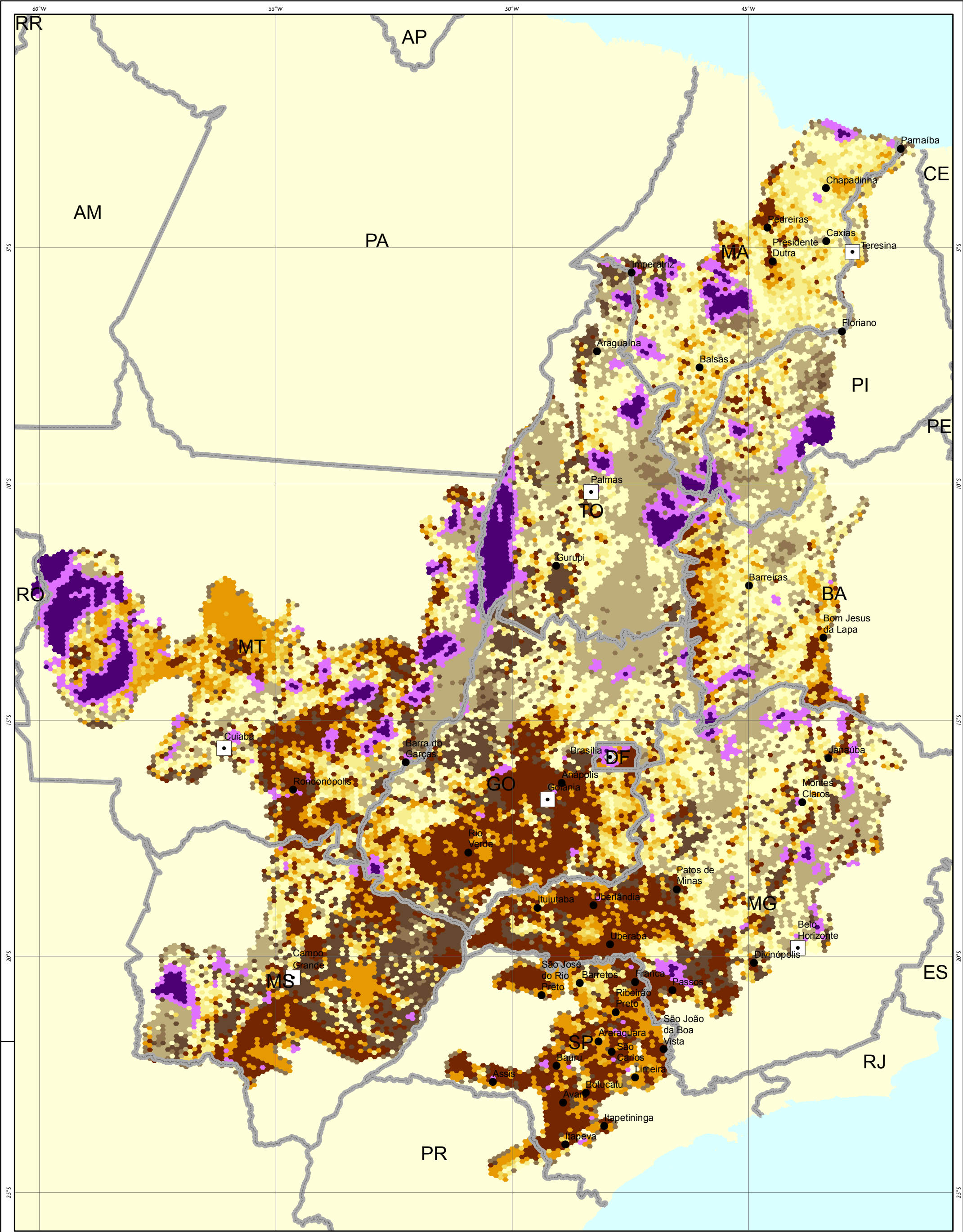
O gráfico abaixo facilita a visualização dos quantitativos elencados na tabela acima.













Gráfico 4-5 Quantitativos dos hexágonos no Cenário Normativo de 2022.

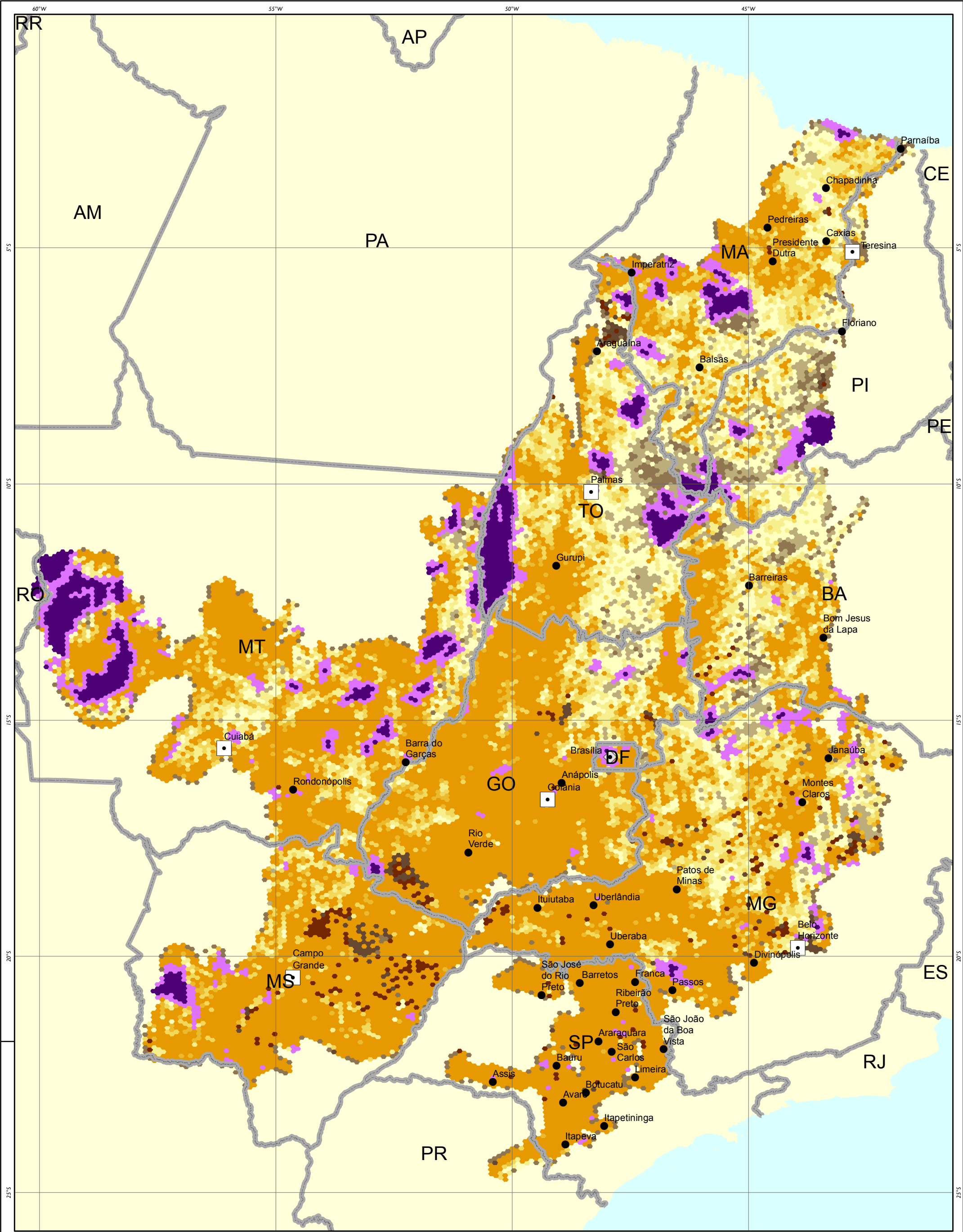


Elaboração: ARCADIS Logos, 2014.

As mesmas observações acima descritas podem ser realizadas para o cenário normativo 2030, que intensifica ainda mais a pressão no território, como se demonstra a seguir.



CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS		REFERÊNCIAS	LOCALIZAÇÃO DA FOLHA		 MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE	
Cenário Normativo – Agricultura e Silvicultura – 2030*		Fontes: <ul style="list-style-type: none">- PROBIO, 2002;- PMDBBS, 2010;- MMA, 2014;- MAPA, 2013;- IBGE, 2010, 2013, 2014;- Arcadis Logos, 2014.				
 Muito alta criticidade: ocupação entre 90% e 100% da área disponível	 Alta criticidade: ocupação entre 60% e 90% da área disponível	 Moderada criticidade: ocupação entre 30% e 60% da área disponível	 Baixa criticidade: ocupação entre 10% e 30% da área disponível	 Muito baixa criticidade: ocupação entre 1% e 10% da área disponível	CENÁRIO NORMATIVO AGRICULTURA E SILVICULTURA - 2030	
 Não há criticidade: ocupação entre 0% e 1% da área disponível	 Possível incremento da área ocupada de 0% a 1%	 Possível incremento da área ocupada de 1% a 30%	 Possível incremento da área ocupada superior a 30%	Possível incremento da área ocupada superior a 30%	escala: 1:8.000.000	folha: CERRADO
<small>* Em relação à área do hexágono (excluem-se área urbana, água, não mapeado e área protegida).</small>					data: OUT /2014	



CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS		REFERÊNCIAS	LOCALIZAÇÃO DA FOLHA		
Cenário Normativo – Agricultura, Silvicultura e Pastagem – 2030*		Fontes: <ul style="list-style-type: none">- PROBIO, 2002;- PMDBBS, 2010;- MMA, 2014;- MAPA, 2013;- IBGE, 2010, 2013, 2014;- Arcadis Logos, 2014.			
<ul style="list-style-type: none"> muito alta criticidade: ocupação entre 90% e 100% da área disponível alta criticidade: ocupação entre 60% e 90% da área disponível moderada criticidade: ocupação entre 30% e 60% da área disponível baixa criticidade: ocupação entre 10% e 30% da área disponível muito baixa criticidade: ocupação entre 1% e 10% da área disponível não há criticidade: ocupação entre 0% e 1% da área disponível possível incremento da área ocupada de 0% a 1% possível incremento da área ocupada de 1% a 30% possível incremento da área ocupada superior a 30%	<ul style="list-style-type: none">Área Protegida: UC e TI (99% a 100% do hexágono)Área Protegida: UC e TI e entorno imediato (10% a 99% do hexágono)	<p>* Em relação à área do hexágono (excluem-se área urbana, água, não mapeado e área protegida).</p>	<p>escala: 1:8.000.000</p>	<p>folha: CERRADO</p>	<p>data: OUT /2014</p>

A intensidade das manchas alaranjadas no cenário normativo 2030 torna visual o fato (projetado) que 47% dos hexágonos terão atingido o limite do desmatamento permitido (legal).

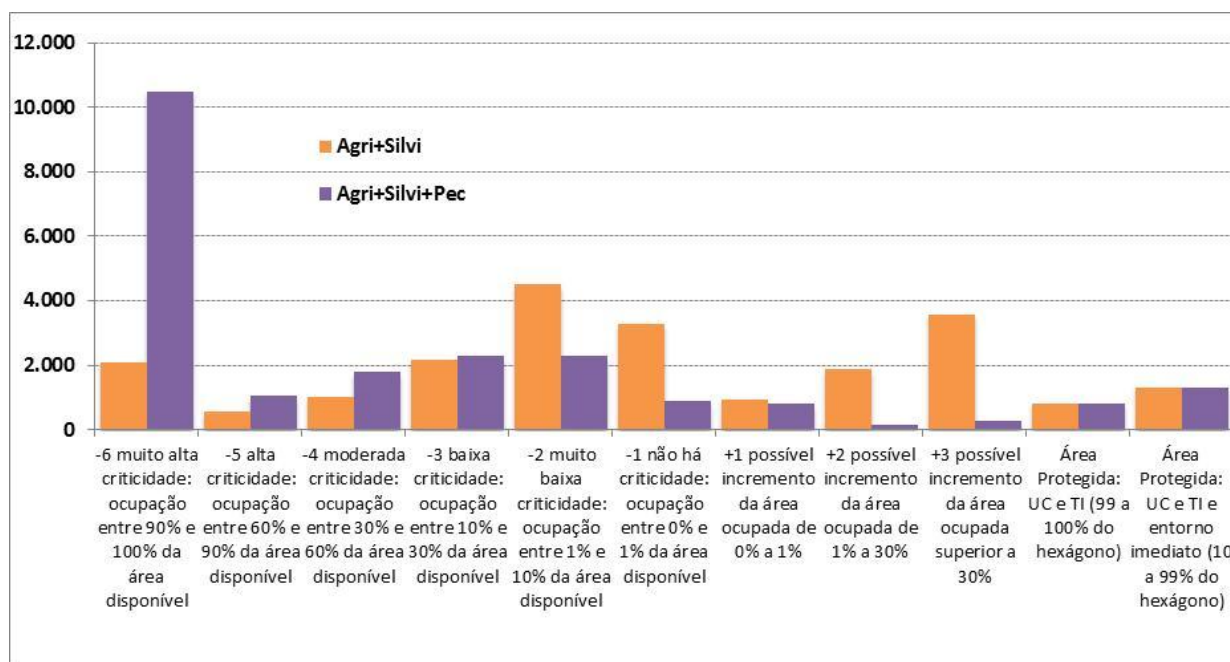
Quadro 4-7 Descritivo Numérico dos hexágonos no Cenário Normativo 2030.

CENÁRIO NORMATIVO 2030	Agricultura + Silvicultura		Agricultura + Silvicultura + Pastagem	
	hexágonos	%	hexágonos	%
Hexágonos críticos:				
-6 muito alta criticidade: ocupação entre 90% e 100% da área disponível	2.100	9,5%	10.474	47,3%
-5 alta criticidade: ocupação entre 60% e 90% da área disponível	560	2,5%	1.044	4,7%
-4 moderada criticidade: ocupação entre 30% e 60% da área disponível	1.007	4,5%	1.791	8,1%
-3 baixa criticidade: ocupação entre 10% e 30% da área disponível	2.171	9,8%	2.295	10,4%
-2 muito baixa criticidade: ocupação entre 1% e 10% da área disponível	4.497	20,3%	2.289	10,3%
-1 não há criticidade: ocupação entre 0% e 1% da área disponível	3.272	14,8%	880	4,0%
Hexágonos não críticos:				
+1 possível incremento da área ocupada de 0% a 1%	937	4,2%	806	3,6%
+2 possível incremento da área ocupada de 1% a 30%	1.866	8,4%	157	0,7%
+3 possível incremento da área ocupada superior a 30%	3.586	16,2%	260	1,2%
Hexágonos em Áreas Protegidas				
Área Protegida: UC e TI (99 a 100% do hexágono)	818	3,7%	818	3,7%
Área Protegida: UC e TI e entorno imediato (10 a 99% do hexágono)	1.323	6,0%	1.323	6,0%

Elaboração: ARCADIS Logos, 2014.

O gráfico abaixo facilita a visualização dos quantitativos elencados na tabela acima.

Gráfico 4-6 Quantitativos dos hexágonos no Cenário Normativo 2030.



Elaboração: ARCADIS Logos, 2014.

O próximo quadro traz um balanço das áreas ocupadas em 2010 em comparação com aquelas projetadas para 2022 e 2030. Diferentemente do cenário pessimista, há uma limitação mais intensa das atividades produtivas devido à imposição da RL e APP para além do respeito às áreas protegidas (Terras Indígenas e UC, exceto APA). Tem-se um acréscimo projetado de 61% nas áreas agriculturáveis e um acréscimo de 31% nas áreas de silvicultura, mediante uma redução na área de pastagem da ordem de 10%. A razão da agricultura para pastagem, que em 2010 era de 30%, chegaria a 2030 em 58%; ou seja, a agricultura ocupará muito mais área em relação à pecuária do que o faz atualmente. **Esse resultado representa o freio à mecânica de fronteira, que não permite que a área demandada e rentabilizada pela agricultura seja deslocada para os remanescentes de Cerrado.**

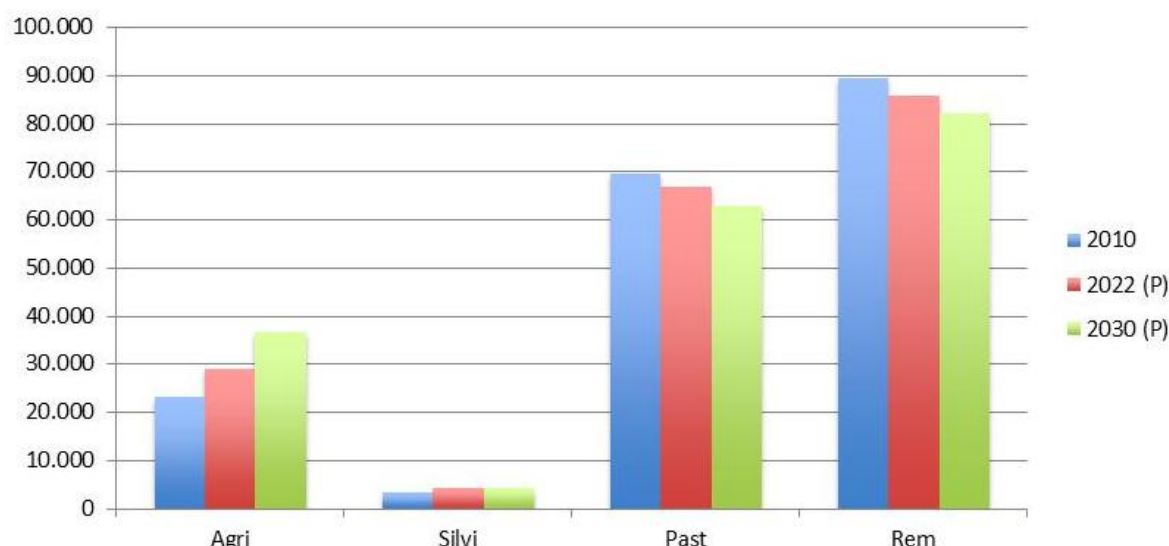
As atividades agropecuárias somadas, que no cenário pessimista ocupavam 72% do bioma Cerrado, limitam-se à ocupação de 103 milhões de hectares em 2030 no cenário normativo, representando 51% da área total do bioma. Já os remanescentes de Cerrado, que em movimento contrário eram significativamente reduzidos no cenário pessimista, sofrem uma variação bastante pequena: em 2030, continuariam a representar uma significativa porção de 40% do território do bioma.

Quadro 4-8 Balanço das áreas no Cenário Normativo.

BALANÇO DAS ÁREAS	AGRICULTURA		SILVICULTURA		PASTAGEM		REMANESCENTES	
	mil as	% p/ 2010	mil as	% p/ 2010	mil as	% p/ 2010	mil as	% p/ 2010
2010	23.254	-	3.274	-	69.651	-	89.389	-
2022 (P)	29.012	28,5%	4.155	26,9%	66.744	-4,2%	85.658	-4,2%
2030 (P)	36.433	61,1%	4.300	31,3%	62.819	-9,8%	82.016	-8,2%

Elaboração: ARCADIS Logos, 2014.

O gráfico abaixo facilita a visualização dos quantitativos elencados na tabela acima.

Gráfico 4-7 Balanço das áreas no Cenário Normativo (em mil ha).


Elaboração: ARCADIS Logos, 2014.

Claramente, o cenário normativo também demonstra uma situação extrema, embora plausível - inclusive obrigatória. Demonstra haver, tal como sua base para 2010, amplo espaço para o incremento das atividades agrícolas, de silvicultura e pecuárias concomitante à manutenção das normas ambientais. O pressuposto é que haverá um inevitável *trade-off* entre: i) os diversos hexágonos que precisam converter áreas hoje produtivas em Reserva Legal e APP; e ii) os hexágonos que hoje detêm remanescentes de Cerrado para além dos limites legais e poderão dentro da legalidade (desmatamento legal) usufruir dessas áreas de forma produtiva.

A demanda por atividades agrícolas, de silvicultura e pecuárias, quando (e se) restritas legalmente no espaço de um hexágono, migra pela lógica econômica para o hexágono seguinte, desde que detenha condições de abrigar aquela determinada atividade. A competição por área se torna mais acirrada, fazendo com que apenas as atividades com rentabilidade marginal positiva sejam exitosas. **Frear a mecânica da fronteira, como demonstra o cenário normativo, requer uma reestruturação na lógica produtiva não perfazendo apenas incrementos na produtividade de áreas já exploradas.**

5. O Papel dos Cenários e do MacroZEE nas Transformações Antevistas

5.1. Limitações do Estudo

As projeções das atividades agrosilvopastoris alongam para o futuro observações do passado, calibradas por parâmetros que os modificam conforme as expectativas sobre suas evoluções futuras. No presente contexto, optou-se claramente pela continuidade da tendência de expansão haja vista a identificação das forças propulsoras. As projeções, entretanto, somam-se aos contextos territoriais e à imposição da dinâmica de fronteira para representarem cenários possíveis de desenvolvimento predominantemente econômico para o Cerrado.

Ressalta-se que tratam-se de projeções, devidamente justificadas, que não têm como objetivo acertar o futuro (não se tratam de previsões), mas sim apontar as magnitudes que o futuro reserva. As projeções são incertas por natureza, notadamente por falharem em incorporar mudanças na trajetória das variáveis modeladas, comumente conhecidas como “pontos de ruptura” – a exemplo de rupturas como tecnologias revolucionárias e novas formas de manufatura ou processamento que rompem a continuidade das tendências. Para além das imprevisíveis rupturas (ou até previsíveis porém incertas em temporalidade e amplitude), há ainda uma miríade de mudanças que certamente trarão um futuro distinto do aqui posto. Elencam-se como exemplos os efeitos das mudanças climáticas, doenças animais, pragas vegetais, novas variedades genéticas, novos controles fitossanitários, mudanças de hábitos dos consumidores nacionais ou externos.

Não obstante, os valores projetados resultam da agregação da agricultura com sete produtos vegetais, incluindo os grãos mais produzidos no mundo (soja e milho). Dificilmente, no agregado, a pressão desse setor produtivo por mais crescimento será arrefecida a ponto de invalidar o exercício de projeção e as magnitudes que dele emergem.

Adicionalmente, tem-se que as projeções foram realizadas mediante uso das melhores e mais abrangentes bases de dados disponíveis. Eis que tanto a PAM como a PPM (ambas do IBGE) são levantamentos declaratórios e não censitários – logo, mais suscetíveis à erros. Os mapeamentos por imagem de satélite utilizados também não refletem com a precisão desejada o uso do solo em todas as suas classificações possíveis, embora também se trate da melhor informação disponível.

Ressalta-se que a atribuição dos coeficientes de Reserva Legal foi inferida pela área rural estimada para cada hexágono e não com base em informações georreferenciadas - como almeja-se obter em um futuro próximo com a implementação do Cadastro Ambiental Rural (CAR).

Cabe também destacar que a metodologia adotada de se criarem 22.137 micro unidades de planejamento (hexágonos) traz consigo a necessidade de se agregarem informações de uso do solo intra hexágono, bem como de se desagregarem sob eles informações municipais. Ambas passagens assumem riscos de imprecisão que, tanto nesse, como em qualquer outro

modelo, devem ser devidamente explicitados e conhecidos – desde que apresentem coerência com os objetivos e recursos em mãos.

Há que se aclarar que a vinculação dos hexágonos com seu município mais representativo (e também ao passado desse município como palco dessas atividades) implica na distribuição das projeções em seus 10.000 hectares de acordo com o mapeamento do uso do solo e a desagregação via método *shift-share*, o que torna o hexágono um receptor preciso das atividades em magnitudes e não em precisões.

Uma vez cientes da incapacidade de se prever o futuro e de se articular com precisão os dados disponíveis no espaço e também no tempo, recomenda-se a leitura do presente documento e seu exercício de cenarização dentro do contexto em que foi elaborado – como subsídio para o macro planejamento territorial de um bioma extremamente amplo e diverso. Os cenários, como já dito, devem ser vistos como mapas de contexto para subsidiar ações no presente que guiem a condução das políticas, no caso as de ordenamento territorial, ao futuro desejado.

Não obstante as limitações do estudo, a metodologia utilizada garante consistência entre os agregados maiores e seus ritmos de contribuição passado, projetando-se as velocidades das transformações dos agregados menores. O olhar territorial hexagonalizado permite, concomitantemente, observar tendências gerais e pormenorizar tendências regionais. Trata-se de uma simplificação da realidade, imprecisa porém necessária para a projeção do futuro e compreensão do que – dentro das premissas adotadas – aguarda no curto e médio prazos.

5.2. Balanço de Áreas

A modelagem permite comparar os cenários pessimista e normativo de forma a inferir as diferenças nas áreas sob os usos do solo trabalhados mediante a aplicação da legislação ambiental, como identificado pelo quadro abaixo.

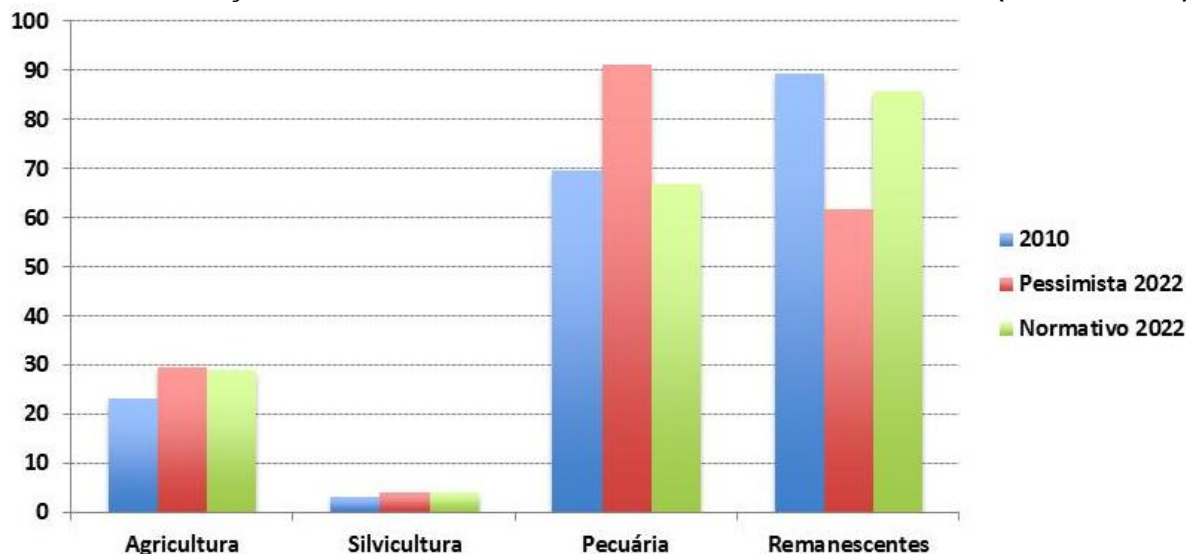
Quadro 5-1 Balanço das áreas entre os Cenários Pessimista e Normativo.

BALANÇO DAS ÁREAS		AGRICULTURA		SILVICULTURA		PASTAGEM		REMANESCENTES	
		mil ha	% p/ 2010	mil ha	% p/ 2010	mil ha	% p/ 2010	mil ha	% p/ 2010
2010		23.254	-	3.274	-	69.651	-	89.389	-
2022	Pessimista	29.495	26,80%	4.155	26,90%	90.990	30,60%	61.809	-30,90%
	Normativo	29.012	28,50%	4.155	26,90%	66.744	-4,20%	85.658	-4,20%
	delta (N-T)	-483	-	0	-	-24.246	-	23.849	-
2030	Pessimista	37.739	62,30%	4.300	31,30%	104.779	50,40%	39.776	-55,50%
	Normativo	36.433	61,10%	4.300	31,30%	62.819	-9,80%	82.016	-8,20%
	delta (N-T)	-1.306	-	0	-	-41.960	-	42.240	-

Elaboração: ARCADIS Logos, 2014.

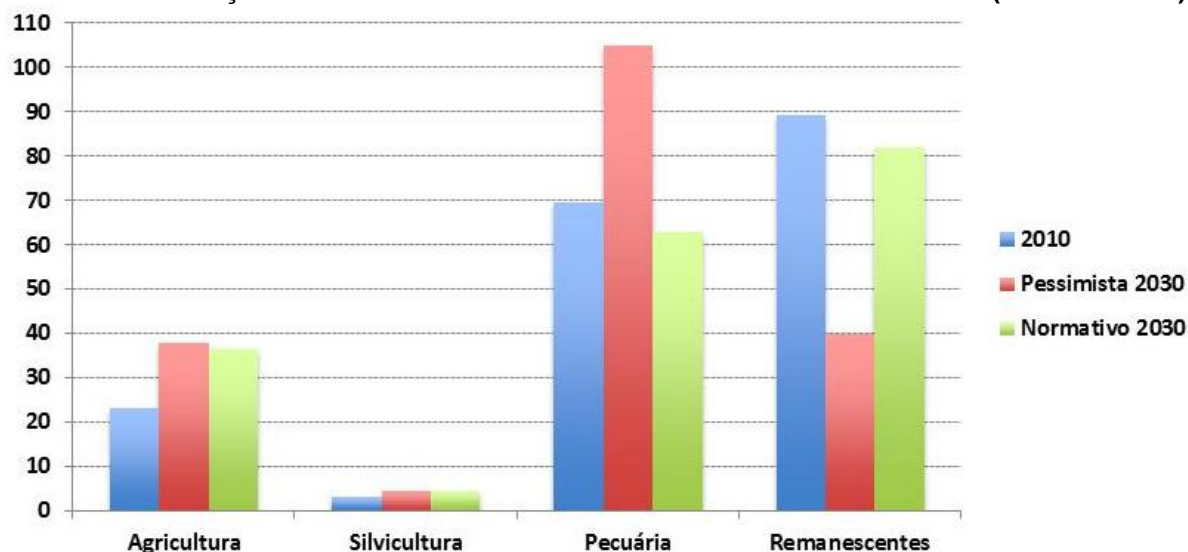
Os gráficos abaixo facilitam a visualização dos quantitativos elencados na tabela acima.

Gráfico 5-1 Balanço das áreas nos Cenários Pessimista e Normativo em 2022 (milhões de ha).



Elaboração: ARCADIS Logos, 2014.

Gráfico 5-2 Balanço das áreas nos Cenários Pessimista e Normativo em 2030 (milhões de ha).



Elaboração: ARCADIS Logos, 2014.

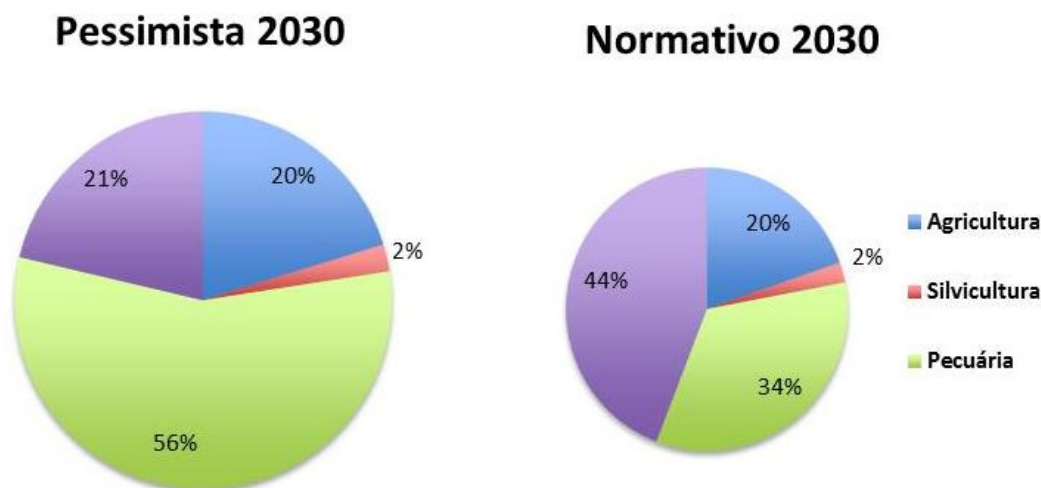
As áreas de agricultura sofrem uma redução relativamente pequena, de 1,3 milhões de hectares em 2030. Essa área é facilmente compensada em outros hexágonos com limites excedentes para o desmatamento legal, desde que a aptidão agrícola e outros fatores locais permitam, como o regime pluviométrico ou a possibilidade (disponibilidade hídrica) para irrigação. Já a área demandada pela pecuária sofre uma redução de 42 milhões de hectares, refletindo a necessidade de substituição que ocorre em relação ao crescimento das atividades agrícolas.

Uma vez que a pecuária não apenas recua em área no cenário normativo como também recua em relação à área atualmente ocupada (em 2030 limita-se em ocupar 62,8 MHA,

enquanto, em 2010 ocupava 69,6 MHA), tem-se a contrapartida no total de remanescentes de Cerrado poupado.

Partindo-se do pressuposto que a recuperação ambiental ocorra, concomitante à conservação dos remanescentes de Cerrado (sob a forma de RL e APP), a diferença entre os dois cenários aponta para a manutenção de 40% da área do Cerrado, ou seja, 42,2 MHA.

Gráfico 5-3 Balanço das áreas nos Cenários Pessimista e Normativo em 2030 (%).



Elaboração: ARCADIS Logos, 2014.

Recapitulando as conclusões do Produto 1, **tanto o ritmo de substituição de culturas como as taxas de acréscimo na produtividade não se mostram capazes de frear a demanda por novas áreas *per se***. Essa é a realidade demonstrada pelas projeções do cenário pessimista que, quando contrastadas com o cenário normativo, implicam em uma expansão das atividades limitadas legalmente pelas áreas (no caso hexágonos) onde o desmatamento legal é permitido. O balanço das áreas apresentado no quadro acima é estático no sentido de não antever a substituição entre a produção que não é mais permitida em hexágonos que chegaram ao seu limite e a perda (legal) de remanescentes de Cerrado daqueles hexágonos que detém área rural (área disponível) para além de suas obrigações legais.

STRASSBURG et al., em estudo recém publicado (2014) realizado em parceria com a Embrapa e o Instituto Nacional de Pesquisa Espacial, mostrou que uma melhor utilização de áreas já dedicadas à pecuária pode conciliar uma expansão expressiva da agropecuária nacional com o desmatamento zero. Os resultados aqui demonstrados corroboram com tais conclusões, dimensionando a necessidade de redução de áreas e também apontando seus locais.

A redução das áreas de pastagem para que as trajetórias esperadas pelo agronegócio se concretizem depende, claramente, de um aumento de produtividade (taxa de lotação) das áreas de pastagem acima da taxa aqui modelada. Recapitulando o que já foi mencionado anteriormente, o aumento da produtividade da pecuária exigirá esforços significativos, que

tangenciam disponibilidade de crédito, assistência técnica, ordenamento territorial e, claro, o cumprimento da legislação ambiental.

BARBIERI (2008) cita que nas regiões de Cerrado a maior parte da cobertura natural remanescente está sob regime privado, ou seja, o Código Florestal emerge como instrumento fundamental e ordenador, por excelência, da manutenção de fragmentos de vegetação nativa. No entanto, o autor cita que há um generalizado descumprimento do Código Florestal no Cerrados. Ao investigar, empiricamente, o custo de se reservarem áreas de vegetação nativa (Reserva Legal), o autor conclui que não há incentivos financeiros racionais para que ocorra essa reservação.

Uma vez reforçados os objetivos de manter o Brasil como destaque no fornecimento de produtos agrícolas para o mundo de forma sustentada, políticas públicas de planejamento territorial, reforço ao cumprimento da legislação ambiental e, principalmente, de decisões acerca do que conservar e do que recuperar para fins de manutenção do bioma Cerrado são essenciais.

5.3. Uma Leitura de Urgência

A ocupação acelerada do território do bioma Cerrado é um processo de difícil reversão, justamente por ter seu ritmo de programação no atendimento à demanda nacional e global de alimentos, aliado a tecnologias eficientes de produção, expectativas de desenvolvimento social das populações locais e expectativas de crescimento econômico dos governos.

A leitura das intensidades reveladas pelo cenário pessimista deve incitar ao Macro ZEE do bioma Cerrado ser um vetor de mudança. A expressiva concentração de hexágonos que “transbordam” suas produções para além de suas fronteiras virtuais atesta a continuidade da expansão das fronteiras.

Por outro lado, o cenário normativo aplica o freio da legislação à mecânica, repercutindo a necessidade de ações de recuperação nos hexágonos hoje intensamente ocupados e a necessidade do planejamento do avanço dos usos do solo naqueles hexágonos que ainda possuem um pouco ou quantidade significativa de remanescentes de Cerrado, de forma que se houver desmatamento legal, o mesmo seja realizado pensando-se na manutenção da conectividade, dos serviços ecossistêmicos e na necessidade de compensação de Reserva Legal (Cotas de Reserva Ambiental – CAR)²⁵.

O papel dos cenários é justamente o de explicitar esse *trade-off*, cruel em grande medida por se tratar de um bioma que efetivamente perdeu ~48% de sua vegetação nativa (MMA, 2009) e que não vê, na prática, o cumprimento da legislação prescrita para sua proteção. A comparação dos cenários incita uma nova leitura ao bioma, na ainda virtualidade de seus pressupostos: **uma leitura de urgência**.

²⁵ Deve-se observar que nem sempre os remanescentes florestais detêm qualidade ambiental, podendo inclusive serem “desertos verdes”, que apesar da presença de vegetação apresentam fluxos gênicos e relação com demais fragmentos comprometidos. Não obstante, a presença de remanescentes se configura em um indicativo de qualidade ambiental.

A adoção de um modelo efetivo de sustentabilidade para a ocupação futura do bioma diante dos cenários emerge como substrato de adequação consciente desse conflito potencial. Com esse entendimento, enfatiza-se o papel do Macro ZEE como fornecedor de opções de desenvolvimento estratégico rumo às finalidades maiores da sua aplicação ao suporte vinculados às agendas de ordenamento territorial.

O desenvolvimento de um zoneamento estratégico deverá fazer emergir e maturar, ordenadamente, as soluções ambientalmente adequadas à demanda por novas áreas da agricultura e da pecuária, considerando ainda os efeitos socioambientais que irão se manifestar nesses 16 anos de cenarização.

6. Bibliografia

A listagem abaixo não se restringe às publicações consultadas e citadas neste documento, mas também àquelas consultadas e/ou citadas neste e nos documentos deste mesmo contrato que o antecederam.

ABRAF – Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantadas. Anuário Estatístico da ABRAF 2013 – Ano Base 2012. Brasília, 2013.

ABRAMILHO – Associação Brasileira dos Produtores de Milho. Os Limites da Agricultura, 2012 (disponível em: <http://www.abramilho.org.br/artigos.php?cod=20>)

BRASIL. Agência Nacional de Águas (ANA) (Brasil). Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil: 2013/ Agência Nacional de Águas. Brasília: ANA, 2013.

ALEXANDRATOS, N.; J. BRUINSMA. World agriculture towards 2030/2050: the 2012 revision. ESA Working paper No. 12-03. Roma, Itália, FAO, 2012.

ANGELSEN, A. Forest cover change in time and space: Combining the Von Thunen and Forest transition theories. Banco Mundial – Policy Research Working Paper nº 4117, 2007.

ASSAD, Eduardo; Hilton Silveira PINTO. Aquecimento global e Cenários Futuros da agricultura Brasileira. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Brasília, 2008.

BARBIERI, Rafael Feltran; KASSAI, José Roberto. Passivo Ambiental das Reservas Legais Inexistentes no Cerrado. IX Simpósio Nacional Cerrado, Brasília, 12 a 17 de outubro, 2008.

BARRETTO, Alberto G. O. P; BERNDES, Göran; SPAROVEK, Gerd; e WIRSENIUS, Stefan. Agricultural intensification in Brazil and its effects on land-use patterns: an analysis of the 1975–2006 period. Global Change Biology (2013), doi: 10.1111/gcb.12174

BRASIL. Lei Federal nº 9985/2000. Instituiu o Sistema Nacional de Unidades de Conservação – SNUC.

BRASIL – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE. Portal do Monitoramento de Queimadas e Incêndios, 2012. Disponível em: <<http://www.inpe.br/queimadas>>. Acesso em: 26/03/2014

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA. Projeções do Agronegócio: Brasil 2012/2013 a 2022/2023 / Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Assessoria de Gestão Estratégica. Brasília: Mapa/ACS, 2013.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente – MMA. Mapeamento de cobertura vegetal do bioma Cerrado: relatório final. 2007. Edital Probio 02/2004. Projeto Executivo B.02.02.109. Coordenador técnico: SANO, E.E. Unidades executoras: Embrapa Cerrados, Universidade Federal de Uberlândia, Universidade Federal de Goiás. Disponível

em:<http://mapas.mma.gov.br/geodados/brasil/vegetacao/vegetacao2002/cerrado/documentos/relatorio_final.pdf> Acesso em: 26 fev. 2014.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente – MMA. Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento e das Queimadas: Cerrado – Brasília: MMA, 2011.

BOWMAN, Maria S.; SOARES-FILHO, Britaldo S.; MERRY, Frank D.; NEPSTAD, Daniel C.; RODRIGUES, Hermann; ALMEIDA, Oriana T.: Persistence of cattle ranching in the Brazilian Amazon: A spatial analysis of the rationale for beef production. Land Use Policy 29 (2012) 558–568

BUARQUE, Sérgio C. Metodologia e técnicas de construção de cenários globais e regionais. IPEA, texto para discussão nº 939, 2003, Brasília, DF.

CASTELLS, Manuel. A sociedade em rede. Paz e Terra, São Paulo, 1999.

CASTRO, Newton. Infraestrutura de Transporte e Expansão da Agropecuária Brasileira. Revista Planejamento e Políticas Públicas do IPEA, n. 25 | jun./dez. 2002

CHADWICK, G. A systems view of planning – towards a theory of the urban and regional planning process, Pergamon Press, London, 1974.

CÉLULA DE ACOMPANHAMENTO E INFORMAÇÃO (CAI), DO TERRITÓRIO RURAL NOROESTE DE MINAS GERAIS – Relatório Analítico do Território Rural Noroeste de Minas – Uberlândia, 2011. Disponível em: <<http://sit.mda.gov.br/download/ra/ra063.pdf>>. Acesso em: 18 mar. 2014

Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Cavernas (CECAV). 2004. Base de Dados Geoespacializados das Cavernas do Brasil. Disponível em <<http://www.icmbio.gov.br/cecav/downloads/mapas.html>>. Acessado em 07/03/2014>.

Companhia Nacional de Abastecimento – CONAB: Corredores de Escoamento da Produção Agrícola, Brasília, 2005

Conservação Internacional do Brasil. Hotspots revisitados. Disponível em: <<http://www.conservation.org.br/97publicações/files/HotspotsRevisitados.pdf>>. Acesso em 26/02/2014.

DALL’AGNOL, Amélio; HIRAKURI, Marcelo. Realidade e perspectivas do Brasil na produção de alimentos e agroenergia, com ênfase na soja. Pesquisa Agropecuária Brasileira – PAB, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa, 2008.

DIAS, R.R.; PEREIRA, E.Q.; SANTOS, L.F. (Org.) Atlas do Tocantins: subsídios ao planejamento da gestão territorial. Palmas: Secretaria do Planejamento, Superintendência de Planejamento e Gestão Central de Políticas Públicas, Diretoria de Zoneamento Ecológico-Econômico, 5ª. ed., 2008. 62p.

DUARTE, Neide. Quebradeira, Destino de Mulher Baixo Mearim (MA) – primeira e segunda parte. Disponível em: <<http://www2.tvcultura.com.br/caminhos/25quebradeiras/quebradeiras1.htm>>. – Acesso em: 06 mar. 2014.

DURIGAN, Giselda. Manual para recuperação da vegetação de Cerrado /... [et 3.ed. al.]. - - 3.ed.rev. e atual – Secretaria de Meio Ambiente de São Paulo – SMA, 2011.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). Embrapa Pesca e Aquicultura – Histórico. Disponível em: <http://cnpasa.sede.embrapa.br/a_unidade/historico/>. Acesso em: 19 mar. 2014.

EMBRAPA CERRADOS. São Luiz: Folha AS-23-Z-A: Cobertura Vegetal dos Biomas Brasileiros. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2006. 1 mapa, color., 118 cm x 84 cm. Escala 1:250.000. Disponível em: <<http://mapas.mma.gov.br/geodados/brasil/vegetacao/vegetacao2002/>>. Acesso em: 06 mar. 2014.

FERREIRA, Manuel E. Modelagem da dinâmica de paisagem do cerrado. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Goiás. Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação. Programa Multidisciplinar de Doutorado em Ciências Ambientais, 2009.

FERREIRA, Manuel E.; FERREIRA, Laerte G. Jr.; LATRUBESSE, Edgardo M.; MIZIARA, Fausto. Considerations about the land use and conversion trends in the savanna environments of Central Brazil under a geomorphological perspective. Journal of Land Use Science, DOI: 10.1080/1747423X.2013.845613, 2013.

FEARNSIDE, Philip Martin. Brazil's Cuiaba-Santarem (BR-163) Highway: the environmental cost of paving a soybean corridor through the amazon. Environmental Management, 39, 601–614 (2007).

FGV – Gvces (no prelo). Diagnóstico preliminar das principais informações sobre projeções climáticas e socioeconômicas, impactos e vulnerabilidades disponíveis em trabalhos e projetos dos atores mapeados. Produto 2.0.1.

FURNAS. Usina Hidrelétrica de Peixe Angical. Sistemas Furnas de geração e transmissão. Disponível em: <http://www.furnas.com.br/hotsites/sistema/furnas/usina_hidr_peixe.asp>. Acesso em: 17 mar. 2014.

GARAGORRY, Mirian Oliveira de Souza ; DIAS, José Manuel Cabral de Sousa. Cenários territoriais para 15 produtos agroenergéticos. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Brasília, 2012.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Mapa de Biomas do Brasil. 2004. Escala 1:5.000.000. Disponível em: <<http://www.mapas.ibge.gov.br/biomas2/viewer.htm>>. Acesso em 26/02/2014.

IPCC, 2013: Summary for Policymakers. In: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

JÚNIOR, José Costa Ayres, A organização das quebradeiras de coco babaçu e a refuncionalização de um espaço regional na microrregião do médio mearim maranhense.

2007. Centro de Filosofia e Ciências Humanas da Universidade Federal de Santa Catarina. Dissertação de Mestrado em Geografia. Disponível em: <<http://ayres1000.files.wordpress.com/98B79E43-5454-46E1-A336-0705F37A4014/FinalDownload/DownloadId-25E336DCB35BC5AF6AB784BEFA9F2C74/98B79E43-5454-46E1-A336-0705F37A4014/2008/01/dissertacao-de-jose-costa-ayres-junior-ufsc-quebradeiras-de-coco-babacu-2007.pdf>>. – Acesso em 06/03/2014

KAMPATEC, ACESSORIA E CONSULTORIA LTDA. Produto 4: proposta de mapas de subsídios à gestão do bioma Cerrado, na escala de referência 1:1.000.000, contendo as unidades territoriais de intervenção e suas respectivas estratégias e diretrizes de ação. Contrato de Prestação de Serviços de Consultoria Profissional BRA10-18302/2012 firmado entre PNUD e Kampatec, para o Ministério do Meio Ambiente, 2012.

MARQUELLI, Rodrigo Pedrosa – O Desenvolvimento Sustentável da Agricultura no Cerrado Brasileiro, Instituto Superior de Administração e Economia ISEA/FGV – Brasília, 2003.

MARTHA, Geraldo Jr.; ALVES, Eliseu; CONTINI, Elisio; RAMOS, Simone. Estilo de desenvolvimento da agropecuária brasileira e desafios futuros. Revista de Política Agrícola da Secretaria de Política Agrícola do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Ano XIX – Edição Especial Aniversário do Mapa – 150 anos Jul. 2010 Brasília, DF.

MATHER, A.S.; NEEDLE, C.L. The forest transition: a theoretical basis. *Area* (1998) 30.2, 117-124.

MMA. Ministério do Meio Ambiente. Mapeamento de cobertura vegetal do bioma Cerrado: relatório final. 2007. Edital Probio 02/2004. Projeto Executivo B.02.02.109. Coordenador técnico: SANO, E.E. Unidades executoras: Embrapa Cerrados, Universidade Federal de Uberlândia, Universidade Federal de Goiás. Disponível em: <http://mapas.mma.gov.br/geodados/brasil/vegetacao/vegetacao2002/cerrado/documentos/relatorio_final.pdf> Acesso em 26/02/2014

MINAS GERAIS. Atualização dos estudos hidrológicos na bacia hidrográfica do rio Paranaíba em Minas Gerais. Atlas digital das Águas de Minas. Disponível em: <http://www.atlasdasaguas.ufv.br/paranaiba/resumo_paranaiba.html>. Acesso em: 17 mar. 2014.

MOOMAW, W., T. GRIFFIN, K. KURCZAK, J. LOMAX. The Critical Role of Global Food Consumption Patterns in Achieving Sustainable Food Systems and Food for All, A UNEP Discussion Paper, United Nations Environment Programme, Division of Technology, Industry and Economics, Paris, França, 2012.

RIBEIRO, Noely Vicente. Expansão sucroalcooleira no bioma cerrado: Tendências, cenários e impactos. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Goiás, Instituto de Estudos Socio-Ambientais, 2010.

RIVERO, Sérgio et al. Pecuária e desmatamento: uma análise das principais causas diretas do desmatamento na Amazônia. *Nova Economia*, Belo Horizonte, n. 19, p. 41-66, 2009.

RODRIGUES, Dayse Mysmar Tavares Rodrigues; MIZIARA, Fausto. Expansão da fronteira agrícola: a intensificação da pecuária bovina no Estado de Goiás. In: Pesquisa Agropecuária Tropical, Goiânia, v. 38, n. 1, p. 14-20, mar. 2008.

RODRIGUES, Thaise da Silva; MATRICARDI, Eraldo Aparecido Trondoli – Análise temporal de desmatamento e passivos ambientais da bacia do rio Preto no Distrito Federal – Universidade de Brasília – Departamento de Engenharia Florestal (UnB/EFL). Brasília, 2013

ROSMAN, P. C. C. Economia da Mudança do Clima no Brasil: custos e oportunidades. IBEP Gráfica. São Paulo, 2010.

SANO, E.E.; Jesus, E.T.; Bezerra, H.S. 2001. Mapeamento e quantificação de áreas remanescentes do Cerrado através de um Sistema de Informações Geográficas. Sociedade e Natureza, vol. 13, n. 25, p. 47-62.

SANTOS, Juliana Silveira dos; RUDORFF, Bernardo Friedrich Theodor. Identificação da dinâmica do uso e cobertura da terra: expansão da cultura da cana-de-açúcar. Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – SBSR, Curitiba, PR, Brasil, 30 de abril a 05 de maio de 2011, INPE p.6610.

SANTOS, Teresa Cristina Ferreira. A expansão da fronteira agrícola em Balsas – MA. Tese de doutorado. 2011. 206 f. Tese (doutorado em Ciências Ambientais). Goiânia: Universidade Federal de Goiás, 2011.

SANTOS, Milton. A natureza do espaço. Hucitec, São Paulo, 2ª. Edição, 1997.

SILVA, Elaine Barbosa da. A dinâmica socioespacial e as mudanças na cobertura e uso da terra no bioma Cerrado. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Goiás, Instituto de Estudos Socio-Ambientais, 2013.

SPAROVECK, Gerd. Et al. Increase in social and environmental standards to Brazilian sugarcane expansion pathways. In: FALEIRO, Fábio Gelape; FARIAS NETO, Austelino Lopes de.(Org.). Savanas desafios e estratégias para o equilíbrio entre sociedade, agronegócio e recursos naturais. Planaltina, DF: Embrapa, 2008. P. 337-360.

SPAROVEK, Gerd; BARRETTO A.; BERNDES G.; MARTINS S.; MAULE, R. Environmental, land-use and economic implications of Brazilian sugarcane expansion 1996–2006. Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change, 14, 285–298, 2009.

STEINFELD, Henning; GERBER, Pierre; WASSENAAR, Vincent; ROSALES, Mauricio; HAAN de Cees. Livestock's Long Shadow – Environmental Issues and Options. Food and Agriculture Organization of the United Nations – FAO, Roma, 2006.

STRASSBURG, Bernardo B.N.; LATAWIEC, Agnieszka E.; BARIONI, Luis G.; NOBRE, Carlos A.; SILVA, Vanderley P.; VALENTIM, Judson, F.; VIANNA, Murilo; ASSAD, Eduardo D. When enough should be enough: Improving the use of current agricultural lands could meet production demands and spare natural habitats in Brazil. Global Environmental Change 28 (2014) 84–97.

STRASSBURG, Bernardo B.N.; MICOL, Laurent; RAMOS, Fabio; DA MOTTA, Ronaldo Seroa; LATAWIEC, Agnieszka E.; LISAUSKAS, Fabio. Increasing Outoput while Avoiding Deforestation – A Case Study for Mato Grosso, Brazil. The International Institute for Sustainability em parceria com o Instituto Centro de Vida e Agrossuisse, Rio de Janeiro, 2012.

TUNDISI, José Galizia. Recursos Hídricos no Século XXI / José Galizia Tundisi, Takako Matsumura-Tundisi. Oficina de Textos. São Paulo, 2011.

UNEP. Assessing Global Land Use: Balancing Consumption with Sustainable Supply. A Report of the Working Group on Land and Soils of the International Resource Panel. Bringezu S., Schütz H., Pengue W., O'Brien M., Garcia F., Sims R., Howarth R., Kauppi L., Swilling M., and Herrick J., 2014.

UNITED NATIONS. The Fourth Edition of the World Water Development Report: Managing Water Report under Uncertainty and Risk. Geneva, Suíça, 2012.

VAN DER HEIJDEN, Kess. Planejamento por Cenários: a arte da conversação estratégica. John Wiley & Sons, Ltd. Londres, 2005.

WWF Global. Soy Roundtable. Disponível em <
http://www.panda.org/what_we_do/footprint/agriculture/soy/responsiblesoy/soy_roundtable/>.
Acesso em: 07 abr. 2014.

7. Equipe Técnica

Nome do Colaborador	Formação	Função
Karin Ferrara Formigoni	Arquiteta	Presidente da Divisão de Meio Ambiente
Maria Claudia Paley Braga	Engenheira Civil	Diretores/Responsáveis Técnicos
Filipe Martinez Biazzi	Engenheiro Civil	Diretores/Responsáveis Técnicos
Cintia Philippi Salles	Engenheira Sanitarista	Gerente
Bruna Bianca Pasquini	Bióloga	Coordenação Geral – Técnica e Executiva
Juciara Ferreira da Silva	Geógrafa	Coordenação Geral – Técnica e Executiva
Elis Regina Pessin Albiéri	Engenheira Ambiental	Treinee
Equipe técnica		
Daniel Thá	Economista	Consultoria Especializada
Luiza Chantre de Oliveira Azevedo	Economista	Assessoria Técnica
Geoprocessamento		
Daniel Magna Anton	Gestor Ambiental	Consultoria Especializada
Isaac Scher da Silva	Geografia	Estagiário

ARCADISlogos S.A.

Divisão Operacional Meio Ambiente:

Rua Líbero Badaró, 337 – 15º andar

Centro, São Paulo-SP, CEP 01009-906

Fone/fax: +55 (11) 3226-3465

E-mail: contato@arcadislogos.com.br

Website: www.arcadislogos.com.br

www.arcadis-global.com