

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA
TROPICAL - PPGATR

**USO DA TERRA, FERTILIDADE DO SOLO E DEGRADAÇÃO
DE PASTAGENS: UM ESTUDO DE CASO EM DOIS
MUNICÍPIOS NO CERRADO BRASILEIRO**

MURILO RODRIGUES DE ARRUDA

MANAUS
2018

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAPÁ
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA
TROPICAL - PPGATR

**USO DA TERRA, FERTILIDADE DO SOLO E DEGRADAÇÃO
DE PASTAGENS: UM ESTUDO DE CASO EM DOIS
MUNICÍPIOS NO CERRADO BRASILEIRO**

MURILO RODRIGUES DE ARRUDA

MANAUS
2018

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA
TROPICAL - PPGATR

MURILO RODRIGUES DE ARRUDA

**USO DA TERRA, FERTILIDADE DO SOLO E DEGRADAÇÃO
DE PASTAGENS: UM ESTUDO DE CASO EM DOIS
MUNICÍPIOS NO CERRADO BRASILEIRO**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia Tropical da Faculdade de Ciências Agrárias-UFAM, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Agronomia Tropical, área de concentração Produção Vegetal.

Orientador
Prof. Dr. Jos^o Zilton Lopes Santos

MANAUS
2018

Ficha Catalográfica

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

A779u Arruda, Murilo Rodrigues de
Uso da terra, fertilidade do solo e degradação de pastagens : um estudo de caso em dois municípios no Cerrado brasileiro / Murilo Rodrigues de Arruda. 2018
92 f.: il. color; 31 cm.

Orientador: Prof. Dr. José Zilton Lopes Santos
Tese (Doutorado em Agronomia Tropical) - Universidade Federal do Amazonas.

1. Uso da terra. 2. Sustentabilidade. 3. Nutrientes do solo. 4. Cobertura vegetal. I. Santos, Prof. Dr. José Zilton Lopes II. Universidade Federal do Amazonas III. Título

MURILO RODRIGUES DE ARRUDA

**USO DA TERRA, FERTILIDADE DO SOLO E DEGRADAÇÃO DE
PASTAGENS: UM ESTUDO DE CASO EM DOIS MUNICÍPIOS NO
CERRADO BRASILEIRO**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação
em Agronomia Tropical da Faculdade de Ciências
Agrárias-UFAM, como parte dos requisitos para
obtenção do título de Doutor em Agronomia
Tropical, área de concentração Produção Vegetal.

BANCA EXAMINADORA



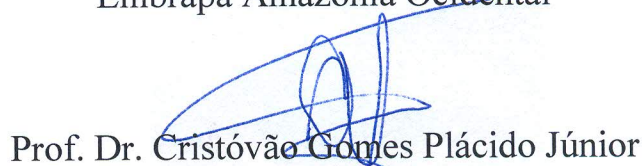
Prof. Dr. José Zilton Lopes Santos
Universidade Federal do Amazonas



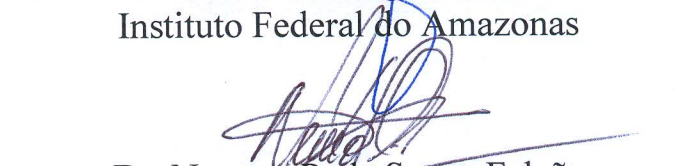
Prof. Dr. Carlos Alberto Franco Tucci
Universidade Federal do Amazonas



Dr. Rogério Perin
Embrapa Amazônia Ocidental



Prof. Dr. Cristóvão Gomes Plácido Júnior
Instituto Federal do Amazonas



Dr. Newton P. de Souza Falcão
Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia

Aprovado em: Manaus, 29 de novembro de 2018

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, Prof. Dr. José Zilton Lopes Santos, pela paciência, sugestões, compreensão e incentivo na superação de tantos obstáculos, agradeço-lhe profundamente;

A todos os colegas e colaboradores do Programa de Pós-Graduação em Agronomia Tropical - PPGATR e do Programa de Pós-Graduação em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia da Universidade Federal do Amazonas pelo apoio em todos os momentos;

À Prof. Dra. Sônia Maria Figueiredo Albertino e ao Prof. Dr. José Ferreira da Silva pela positividade, otimismo, dinamismo e valioso apoio;

À todos os colegas da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa, pela ajuda em todos os momentos que de vocês precisei;

Ao apoio científico e financeiro do Programa *Competing Claims on Natural Resources* da Universidade de Wageningen e do *International Research & Education Fund (INREF)*;

À Agência Goiana de Assistência Técnica, Extensão Rural e Pesquisa Agropecuária - EMATER-GO/Quirinópolis, em especial ao técnico Carlos Ulisses Leal Brito, pelo apoio incondicional nas pesquisas de campo e sem o qual este trabalho não teria sido realizado;

À todos os produtores rurais, cidadãos e cidadãs de Quirinópolis e Gouvelândia por sua cooperação;

Ao meus pais e minha família pelo amor e apoio incondicional durante esta longa jornada;

Meu muito obrigado!!!

PREFÁCIO

Esta tese originou-se a partir de um acordo de Cooperação Técnica entre a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa, e a Universidade de Wageningen, nos Países Baixos, dentro do Programa Competing Claims on Natural Resources (Demandas Conflitantes no Uso de Recursos Naturais), um programa interdisciplinar financiado pelo International Research & Education Fund (INREF) e conduzido pela supracitada universidade. Dentro deste acordo, cinco empregados da Embrapa foram selecionados para cursar doutorado na Universidade de Wageningen a partir de projetos de interesse de ambas as instituições, envolvendo ao menos um doutorando atuando em questões relacionadas com o uso sustentável da terra nos biomas Amazônia, Cerrado e Pantanal. A Universidade de Wageningen financiou o projeto, com o valor de €50.000,00 para cada doutorando e a Embrapa forneceu uma bolsa de estudos.

O prazo estabelecido para o desenvolvimento e finalização da presente tese foi de 20 de outubro de 2008 a 20 de outubro de 2013, de acordo com as normas estabelecidas no acordo de cooperação entre as instituições envolvidas. Entretanto, em razão de questões de cunho pessoal, entre 2012 e 2016, houve a interrupção dos trabalhos da tese. No primeiro semestre de 2017, através de um novo acordo entre este doutorando e a Embrapa e com o apoio do Programa de Pós-Graduação em Agronomia Tropical (PPGATR) da Faculdade de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Amazonas, o processo de finalização e defesa da tese pôde ser retomado.

Todos os dados experimentais necessários à tese já haviam sido coletados até o ano de 2012, faltando sua análise, interpretação e publicação. Em função da filosofia de estudos adotada pela Universidade de Wageningen, mais precisamente no Plant Production System Group (Grupo de Sistemas de Produção Vegetal), onde eu estava lotado, a pesquisa deveria envolver o estudo dos impactos da agropecuária, incluindo aspectos agronômicos, sociais e

ambientais na mitigação e proteção da biodiversidade e das paisagens naturais do Cerrado brasileiro. Partindo desta premissa, esta tese teve como ponto de partida analisar e explicar, como um estudo de caso, a rápida expansão do cultivo da cana de açúcar em dois municípios do Cerrado (Quirinópolis e Gouvelândia) para produção de açúcar e etanol, substituindo, hipoteticamente, pastagens degradadas, não constituindo, portanto, uma ameaça para a produção de alimentos como grãos, ou à vegetação natural remanescente.

Assim, um primeiro artigo foi aceito para publicação em 2015 nos Anais da Academia Brasileira de Ciências¹ sob o título em português “Onde a expansão do cultivo da cana de açúcar está ocorrendo no Cerrado Brasileiro, e por quê? Um estudo de caso”. O artigo concluiu que a decisão dos agricultores de mudar ou não o uso de suas terras para a cana de açúcar ou outra atividade qualquer, não pode ser explicada simplesmente pela existência de pastagens degradadas. Em vez disso, a expansão do cultivo de cana de açúcar está relacionada ao tamanho da propriedade, ao menor risco econômico percebido pelos agricultores e maior lucratividade desta atividade em comparação com a soja e a pecuária de corte e leite na região estudada. Dos 30.408 ha sob cana de açúcar pesquisados, 45,7% estavam anteriormente sob pastagens, 31% eram pastagens rotacionadas com soja e milho e 23,3% eram áreas cultivadas exclusivamente com soja ou milho. Além disto, a expansão da cana de açúcar não ocorreu nas pequenas propriedades rurais, com menos de 200 ha, majoritariamente produtoras de leite, em função de limitações ao uso da terra impostas pelo Código Florestal, desmantelamento de infraestrutura para plantio em larga escala da cana de açúcar, perda de ativos de alta liquidez, principalmente o gado, perda de autonomia sobre suas terras e mudanças indesejáveis no estilo de vida. Apesar deste primeiro artigo não fazer parte do manuscrito desta tese por ter sido publicado antes de meu ingresso oficial no PPGATR, este foi essencial para se perceber a complexidade do uso da terra de forma sustentável e consequentemente em fornecer

¹ARRUDA, M.R.; GILLER, K.E.; SLINGERLAND, M. Where is sugarcane cropping expanding in the Brazilian Cerrado, and why? A case study. *An. Acad. Bras. Ciênc.* [online]. 2017, vol.89, n.3, suppl. pp.2485-2493.

informações e propor soluções exequíveis de convivência harmoniosa entre a exploração agropecuária e a preservação ambiental. Assim, a partir deste primeiro artigo publicado, houve um desdobramento nos três capítulos contidos nesta tese que aprofundam as explicações e entendimentos dos fatores envolvidos na tomada de decisão do produtor sobre o uso da terra e na sustentabilidade da produção agropecuária nos municípios estudados.

RESUMO

Escopo e objetivos: a conciliação do agronegócio com a preservação ambiental é uma exigência entre formadores de opinião, consumidores e governos no Brasil e no exterior. Dentro desta realidade, esta tese tem por objetivo estudar três aspectos fundamentais no uso sustentável das terras do Cerrado brasileiro, das quais 100 milhões de hectares encontram-se sob uso agropecuário: fatores causadores da mudança no uso da terra, incluindo o desmatamento da vegetação original; a caracterização da fertilidade de seus solos sob pastagens e lavouras, como principal fator limitante ao seu uso agrônomo, e a degradação de pastagens, por estas ocuparem vastas extensões de terra para criação de gado.

Material e métodos: foram realizadas em dois municípios do Cerrado, como um estudo de caso, entrevistas com produtores rurais e outros atores envolvidos com o agronegócio, revisões de literatura e de dados censitários, amostragens de solo para análise química e classificação agrônomo da qualidade de sua fertilidade e um levantamento da proporção de cobertura vegetal pela gramínea plantada para dimensionar a degradação de suas pastagens.

Resultados e conclusões: o crédito rural subsidiado foi o principal fator a viabilizar um drástico desmatamento nos anos 1970s nos municípios estudados, quando cerca 90% da vegetação da região foi substituída por pastagens e lavouras anuais, e a partir de 2005, em viabilizar o plantio em larga escala de cana de açúcar, que substituiu 100.000 hectares de pastos e lavouras. Verificou-se uma grande variabilidade e desbalanço na fertilidade do solo, independente da atividade agropecuária, principalmente para a concentração de fósforo (P) e potássio(K) e deficiência generalizada de cálcio (Ca) e magnésio (Mg) do ponto de vista agrônomo. Por fim, considerando como critério uma cobertura do solo da gramínea plantada de pelo menos 70% para uma pastagem ser classificada como degradada, 56% das pastagens avaliadas estão degradadas nos municípios estudados.

Palavras-chave: uso da terra, sustentabilidade, concentração nutrientes do solo, cobertura vegetal.

ABSTRACT

Scope and objectives: the reconciliation of agribusiness with environmental preservation is an undeniable and growing demand among opinion makers, consumers and governments in Brazil and abroad. Within this reality, this thesis aims to study three fundamental aspects in the sustainable use of Brazilian Cerrado lands, of which 100 million hectares are currently under agricultural use: the drivers of land use change, including deforestation of original vegetation; the characterization of the fertility of their soils under pastures and crops, as the main limiting factor to their agronomic use, and the degradation of pastures, as they occupy vast tracts of land for extensive cattle raising.

Material and methods: interviews with farmers and other actors involved in agribusiness, literature review and census data, soil sampling for chemical analysis and agronomic classification of its fertility and a survey of the proportion of plant cover by the grass planted to measure pasture degradation were carried out in two municipalities of the State of Goiás, as a case study.

Results and conclusions: subsidized rural credit was the main factor that allowed for a drastic deforestation in the 1970s in the studied municipalities, firstly when 90% of the region's vegetation was replaced by pastures and, to a lesser extent, annual crops, and secondly, in recent years, the sugar cane introduction, which replaced 100,000 hectares of pasture and crops. There is a wide variability and imbalance in soil fertility, independent of agricultural activity, particularly for phosphorus (P) and potassium (K) soil concentration plus generalized deficiency of calcium (Ca) and magnesium (Mg). Finally, considering that as a criterion a soil cover of the grass planted at least of 70% for a pasture is classified as degraded, 56% of the pastures evaluated are degraded in the studied municipalities.

Keywords: land use, sustainability, soil nutrients concentration, vegetation cover

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 1

- Figura 1. Localização dos municípios de Quirinópolis e Gouvelândia e a área de Cerrado (em cinza) no Brasil (SANO et al, 2007).....10
- Figura 2. Paisagens de Quirinópolis e Gouvelândia com extensas áreas de pastagens (a) e cana de açúcar (b).....11
- Figura 3. Contextos históricos e mudança no uso da terra nos municípios de Quirinópolis and Gouvelândia entre 1832 e 2015.....14
- Figura 4. Evolução do rebanho bovino (barras) e do preço da carne bovina (linha) nos municípios de Quirinópolis e Gouvelândia. Fontes: IEA, (2016); IBGE, (2017); preços corrigidos para dezembro de 2015 pelo Índice de Preços ao Consumidor – IPC/Fipe (Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas) de acordo com o Banco Central do Brasil, (2015). *preço equivalente de carcaça.....21
- Figura 5. Evolução da área plantada com lavouras nos municípios de Quirinópolis e Gouvelândia entre 1990 e 2016 (IBGE, 2016a). *Outros: algodão, arroz, feijão, mandioca e sorgo.....22
- Figura 6. Fatores responsáveis pelo uso e mudança do uso da terra, originados de escalas globais, nacionais e locais atuando nos municípios de Quirinópolis e Gouvelândia dentro de quatro contextos históricos. A espessura das setas é empiricamente proporcional à força do fator atuando nos produtores rurais. Adaptado de Giller et al, (2008).....25
- Figura 7. Distribuição de frequência do número de propriedades rurais e soma de suas respectivas áreas, nos municípios de Quirinópolis e Gouvelândia, em 2011, de acordo com o Cadastro Rural do INCRA – Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária.....27

Figura 8. Distribuição de frequência em relação à situação legal das terras, domicílio e trabalho, em 430 pequenas propriedades rurais (< 200 ha) no município de Quirinópolis, Goiás, Brasil.....29

Figura 9. Uso da terra pelos grandes proprietários rurais (> 200 ha) nos anos 1970 e em 2012 nos municípios de Quirinópolis e Gouvelândia.....30

CAPÍTULO 2

Figura 1. Localização dos municípios de Quirinópolis e Gouvelândia, Estado de Goiás, Brasil. Nas áreas em cinza escuro predominam Latossolos Vermelhos e em áreas em cinza claro predominam Argissolos Vermelho-Amarelo. Fonte: adaptado de SIEG Mapas, (2018).....36

CAPÍTULO 3

Figura 1. Localização dos municípios de Quirinópolis e Gouvelândia, Goiás, Brasil.....55

Figura 2. Quadrante metálico com 100 x 100 cm (1 m²), dividido em 100 quadrados de 10 x 10 cm utilizado para estimar a área coberta por gramínea, plantas daninhas e solo descoberto em pastagens.....56

Figura 3. Regressões entre a porcentagem do solo coberto por gramínea (a), plantas daninhas (b) e solo descoberto (c) com a idade da pastagem, em 27 locais nos municípios de Quirinópolis e Gouvelândia, Goiás, Brasil.....59

Figura 4. Correlações entre solo descoberto x plantas daninhas (a); solo descoberto x gramínea (b) e gramínea x plantas daninhas (c) em 32 áreas de pastagens (n = 32) nos municípios de Quirinópolis e Gouvelândia, Goiás, Brasil.....61

Figura 5. Distribuição da frequência acumulada da cobertura do solo por gramíneas, plantas daninhas e solo descoberto em áreas de pastagens (n = 32) nos municípios de Quirinópolis e Gouvelândia, Goiás, Brasil.....62

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 2

Tabela 1. Histórico do uso da terra sob pastagens (past.) e lavouras nas áreas amostradas para avaliação da fertilidade do solo.....	38
Tabela 2. Estatística descritiva da fertilidade (n = 1.437) e textura do solo (n = 952) na camada de 0-20 cm de profundidade nos municípios de Quirinópolis e Gouvelândia, Goiás, Brasil.....	41
Tabela 3. Classificação agronômica dos atributos químicos de amostras de solo (n = 1.437) na camada de 0 – 20 cm, após 40 anos de uso sob pastagens e ou lavouras nos municípios de Quirinópolis e Gouvelândia, estado de Goiás.....	42
Tabela 4. Atributos químicos do solo entre áreas sob pastagens (n = 13) e áreas sob lavouras (n = 15) em duas profundidades nos municípios de Quirinópolis e Gouvelândia, estado de Goiás.....	43

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL.....	1
 CAPÍTULO 1. MUDANÇAS HISTÓRICAS NO USO DA TERRA PELA AGROPECUÁRIA E FATORES ASSOCIADOS EM DOIS MUNICÍPIOS DO CERRADO BRASILEIRO.....	5
1. INTRODUÇÃO.....	6
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	9
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	13
3.1 Contextos históricos para mudança de uso da terra em Quirinópolis e Gouvelândia.....	13
3.1.1 1832 - 1947: colonização e introdução da agropecuária em Quirinópolis e Gouvelândia.....	13
3.1.2 1948 - 1985: desmatamento e mudanças drásticas no uso da terra.....	16
3.1.3 1986 - 1994: crise econômica e estagnação no uso da terra.....	19
3.1.4 1995 - 2015: estabilização econômica e introdução da cana de açúcar	21
3.2 Detalhamento dos fatores responsáveis pela mudança no uso da terra em Quirinópolis e Gouvelândia ao longo do tempo.....	24
4. CONCLUSÕES.....	31
 CAPÍTULO 2. VARIABILIDADE E QUALIDADE AGRONÔMICA DOS ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO DE CERRADO SOB LAVOURAS E PASTAGENS.....	33
1. INTRODUÇÃO.....	34

2. MATERIAL E MÉTODOS.....	35
2.1 Local do estudo.....	35
2.2 Atributos químicos do solo sob uso agropecuário.....	37
2.3 Análises dos dados.....	39
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	40
3.1 pH, acidez potencial e alumínio trocável do solo.....	40
3.2 Matéria orgânica do solo	44
3.3 Fósforo e potássio disponíveis.....	45
3.4 Cálcio e magnésio trocáveis.....	47
3.5 Capacidade de trocas de cargas e saturação por bases.....	48
4. CONCLUSÕES.....	49
 CAPÍTULO 3. IDADE, ESPÉCIE DE GRAMINEA PLANTADA E DEGRADAÇÃO DE PASTAGENS EM DOIS MUNICÍPIOS DO CERRADO BRASILEIRO.....	 51
1. INTRODUÇÃO.....	52
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	54
2.1 Local do estudo.....	54
2.2 Quantificação da cobertura vegetal.....	54
2.3 Análises dos dados.....	57
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	57
4. CONCLUSÕES.....	64
 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	 65

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	69
ANEXO 1.....	80

INTRODUÇÃO GERAL

O Brasil possui 850 milhões de hectares de área total, dos quais ao menos 555 milhões de hectares são potencialmente aptos para atividades agropecuárias (MANZATTO et al, 2002). Apesar desta vasta área agricultável, até a década de 1960, o setor primário brasileiro era limitado à produção de subsistência, criação extensiva de gado em pastagens naturais, importação de alimentos e exportações de cacau, borracha, fumo e principalmente café (FURTADO, 2005; IBGE, 2006a). Na segunda metade do século XX, entretanto, a agropecuária do país foi submetida a uma série de profundas intervenções governamentais, que em seu conjunto Buainain (1999), denominou de “Intervenção Planejada”. A Intervenção Planejada consistia de diferentes políticas públicas originadas de diferentes governos na esfera federal, que incluía incentivos econômicos para ocupação das terras do Cerrado e da Amazônia, como o crédito agrícola abundante e fortemente subsidiado, assentamentos rurais e a criação do Sistema Nacional de Pesquisa Agrícola e de Extensão Rural. Estas políticas tinham o objetivo de promover a expansão, diversificação e competitividade da agropecuária nacional, visando os mercados externo e interno. Garantir o suprimento do mercado doméstico de alimentos, em particular, tornou-se crucial, considerando que entre 1950 e 1980 a população urbana no Brasil aumentou de 20,7 (IBGE, 1956) para 80,4 milhões pessoas (IBGE, 1983), consequência do forte êxodo rural ocorrido neste período (WAGNER E WARD, 1980).

Como resultado da Intervenção Planejada, o Brasil tornou-se não apenas um grande produtor, consumidor e exportador de alimentos, mas também de fibras e biocombustíveis, a despeito do forte criticismo ambiental. A agropecuária nacional é responsável, por exemplo, pela maior parte do desmatamento (BARONA et al, 2010), perdas de biodiversidade (VIEIRA et al, 2008) e produção de gases do efeito estufa no Brasil (CERRI et al, 2009), situando o país entre os maiores emissores de CO₂ do mundo (SOUSA-NETO et al, 2018). Por outro

lado, do ponto de vista econômico, o agronegócio, que inclui a indústria e serviços a ele relacionados, contribuem com 22% (427 bilhões de dólares) do Produto Interno Bruto (PIB) nacional (CEPEA, 2016), envolve cinco milhões de propriedades rurais e 15 milhões de pessoas trabalhando diretamente no campo (IBGE, 2017a). O valor da exportação de commodities agrícolas, como a soja, açúcar, café e carnes alcançou 88 bilhões de dólares em 2015 (MAPA, 2016), o que representou 46% de todas as exportações brasileiras naquele ano (MDIC, 2016).

Neste contexto, o Cerrado tem um papel central na sustentabilidade e expansão da agropecuária nacional. O Cerrado é o segundo maior bioma do país, depois da Amazônia, com uma área de 204 milhões de hectares (IBGE, 2015) onde predominam Latossolos, e em menor proporção, os Argissolos. Estes solos são profundos, bem drenados, friáveis (ADÂMOLI et al, 1986) e majoritariamente planos a levemente ondulados. Estas características e outros atributos físicos ideais do ponto de vista agrônomo, como porosidade, densidade, drenagem (ARAÚJO et al, 2007), textura (SANTOS et al, 2008) e água disponível (MARCHÃO et al, 2007), além do clima ameno, com um período chuvoso de seis meses no ano, favorecem cultivos anuais e de cana de açúcar assim como a pecuária extensiva a pasto (GOEDERT et al, 1980; GOEDERT, 1983). Em contraste aos seus atributos físicos, os atributos químicos dos solos do Cerrado podem limitar severamente a produção agropecuária por sua elevada acidez, altos teores de alumínio trocável (Al^{+3}), tóxico para a maioria das plantas cultivadas e baixa concentração de nutrientes, com destaque para o fósforo (P) (LOPES e COX, 1977, GOEDERT, 1983).

Em função da baixa fertilidade natural e acidez excessiva de seus solos e predomínio de uma vegetação rasteira, as terras do Cerrado foram erroneamente percebidas em um passado recente, como sem valor agrônomo (FERRI, 1964), econômico (REZENDE, 2002) e ambiental (KLINK e MACHADO, 2005). Entretanto, estas limitações químicas são

superadas com relativa facilidade, através do uso de corretivos agrícolas como o calcário, fertilizantes químicos e orgânicos, em conjunto com o melhoramento genético, para obtenção de cultivares adaptadas às estas condições (GOEDERT, 1983), mudando radicalmente estas percepções.

A partir da inauguração de Brasília em 1960, que interiorizou a infraestrutura de transporte do país, com o suporte da Intervenção Planejada e a superação das limitações químicas do solo pelo uso de tecnologia, o Cerrado incorporou 103,3 milhões de hectares para uso agropecuário. Atualmente, 56,7 milhões de hectares são destinados para pastagens, 26,6 milhões de hectares para rotação lavoura/pastagens e 20,2 milhões de hectares exclusivamente para lavouras (PROJETO MAPBIOMAS, 2018). Considerando a importância do Cerrado para o setor primário brasileiro, e a conversão, em média, de 1,8 milhões de hectares ao ano em áreas para agropecuária no período 1960-2016 e pelo fato de que apenas 16,7 milhões de hectares estarem efetiva e legalmente protegidos (MMA, 2018), este é um bioma ameaçado (JEPSON, 2005), podendo-se repetir o mesmo histórico da Mata Atlântica, cuja vegetação remanescente é inferior a 15% da original (IBGE, 2015).

Dentro da dinâmica de ocupação do Cerrado, tendo a agropecuária como foco, destacam-se três aspectos que estão inter-relacionados e afetam diretamente sua sustentabilidade ambiental, econômica e agronômica: o histórico de uso da terra, incluindo o desmatamento; o impacto dos diferentes usos agropecuários na fertilidade do solo, como principal fator limitante à produção agrícola e a degradação de pastagens, pelo fato de a criação extensiva de gado a pasto representar aproximadamente 70% da área ocupada deste bioma e por estar em constante expansão, apesar da baixa produtividade de leite e carne por área. Para analisar estes três aspectos, essenciais na preservação do Cerrado concomitantemente à manutenção da competitividade de sua produção agropecuária, esta

pesquisa utilizou-se de um estudo de caso, realizado em dois municípios do Sudoeste Goiano, como se segue.

Capítulo

1

MUDANÇAS HISTÓRICAS NO USO DA TERRA PELA AGROPECUÁRIA E FATORES ASSOCIADOS EM DOIS MUNICÍPIOS DO CERRADO BRASILEIRO¹

¹Capítulo publicado na forma de artigo: ARRUDA, M.R.; SLINGERLAND, M.; SANTOS, J.Z.L.; GILLER, K.E. Agricultural land use change and associated driving forces over the past 180 years in two municipalities of the Brazilian Cerrado. **GeoJournal** (2018). <https://doi.org/10.1007/s10708-018-9875-2>

1. INTRODUÇÃO

No Brasil, os diferentes usos da terra pela agropecuária é um assunto sensível e polêmico, considerando que existem 555 milhões de hectares de terras potencialmente aptas para cultivos anuais, perenes, além de pastagens (MANZATTO et al, 2002), dos quais 333 milhões de hectares encontram-se atualmente sob alguma destas atividades (IBGE, 2006b). a agropecuária brasileira, por exemplo, é considerada responsável pela maior parte do desmatamento (BARONA et al, 2010), perdas de biodiversidade (VIEIRA et al, 2008), e emissões de gases do efeito estufa (CERRI et al, 2009), situando o país entre os maiores emissores de CO₂ do mundo (SOUSA-NETO et al, 2018). Por outro lado, a economia brasileira é fortemente dependente do setor primário, tendo grande influência em governos, políticas públicas e regulamentações, incluindo aquelas ambientais. Como exemplo do impacto do setor primário na economia nacional, pode-se citar que o agronegócio, que inclui a indústria e serviços a ele relacionados, contribuí com 22% (427 bilhões de dólares) do Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro (CEPEA, 2016), além de envolver 5 milhões de propriedades rurais e 16 milhões de pessoas trabalhando diretamente no campo (IBGE, 2006b). O valor da exportação de commodities agrícolas, como a soja, açúcar, café e carnes alcançou 88 bilhões de dólares em 2015 (MAPA, 2016), o que representou 46% de todas as exportações brasileiras naquele ano (MDIC, 2016).

Independentemente do impacto da agropecuária no uso da terra no Brasil, a pesquisa, em geral, tem priorizado entender este processo na Amazônia (CALDAS et al, 2007; LAMBIN e MEYFROIDT, 2011; GODAR et al, 2012), embora esta região possua “apenas” 49 milhões de hectares de áreas sob pastagens e lavouras (TERRACLASS, 2014). A Mata Atlântica e o Cerrado, que juntos somam 190 milhões de hectares sob atividades agropecuárias (IBGE, 2015a) e foram responsáveis por 72% de toda a emissão de CO₂ pelo Brasil entre 1945 e 1995 (LEITE et al, 2012), são negligenciados.

O Cerrado é o segundo maior bioma brasileiro, com uma área de 204 milhões de hectares, ocupando grande parte do Brasil Central, se estendendo ainda para o Nordeste e Norte do país, englobando em parte ou totalmente 10 estados e mais o Distrito Federal. A vegetação do cerrado compreende um mosaico complexo de florestas, savanas (árvores esparsamente distribuídas intercaladas com arbustos e gramíneas), veredas, e prados cobertos por gramíneas nativas e formações arbustivas (EITEN, 1972; RIBEIRO e WALTER, 1998). Além disso, o cerrado é um *hotspot* de biodiversidade, com mais de 11.000 espécies de plantas e vertebrados identificados (KLINK e MACHADO, 2005). O clima é o Tipo de Aw (savana tropical), com uma estação seca bem definida entre abril e setembro, e uma estação chuvosa entre outubro e março, em que a precipitação varia entre 1.000 e 2.000 mm (ADÁMOLI et al, 1986). A temperatura média varia entre 18 a 27°C nos meses mais frios e quentes, respectivamente (SILVA et al, 2008). A topografia do Cerrado é majoritariamente plana a levemente ondulada, onde predominam os Latossolos (46%), principalmente os Latossolos Vermelhos, seguidos pelos Argissolos (18%) (ADÁMOLI et al, 1986). Estes solos são naturalmente ácidos e deficientes em nutrientes, particularmente P, apresentam altas concentrações de alumínio trocável (Al^{3+}), tóxico para a maioria das plantas cultivadas, características que limitam severamente a produtividade de lavouras e pastagens (LOPES e COX, 1977). No entanto, tais limitações químicas do solo podem ser superadas com a calagem, o uso de fertilizantes químicos e orgânicos e o melhoramento genético, com a seleção de plantas e variedades melhor adaptadas a este ambiente (GOEDERT, 1983). Em adição ao clima e solos adequados, a agricultura no Cerrado é facilitada pelo vasto abastecimento de água da chuva ou por irrigação, a predominância de áreas planas extensas ideais para mecanização (GOEDERT, 1989), o desenvolvimento de tecnologias voltadas para a agropecuária, além de iniciativas e políticas públicas e privadas (ARAÚJO e MEYER, 1977), aliados à crescente demanda mundial por alimentos, fibras e biocombustíveis

(GODFRAY et al, 2010; RAY et al, 2013). Consequentemente, cerca de 100 milhões de hectares do Cerrado encontram-se atualmente sob cultivos anuais, perenes ou pastagens, com uma taxa média de desmatamento estimada em dois milhões de hectares ao ano, nas últimas cinco décadas (IBGE, 2015a), período em que o Cerrado foi efetivamente ocupado pela agropecuária comercial em larga escala. Isto representa um bioma que poderá desaparecer nas próximas décadas, semelhante ao que já ocorreu na Mata Atlântica, uma vez que apenas 16,7 milhões de hectares do Cerrado está legalmente protegido por parques nacionais (MMA, 2018).

Dentro desta dinâmica de desmatamento e mudanças no uso da terra tendo a agropecuária como foco, Lambin et al. (2003) propuseram que fatores gerais ou de larga escala que desencadeiam estas mudanças estão relacionados com a escassez de recursos naturais (diminuição dos estoques de caça e pescados, por exemplo), oportunidades de mercado, implementação de políticas públicas e privadas, perda de capacidade adaptativa ao ambiente circundante, como a construção de hidroelétricas e consequente perda de áreas produtivas, mudanças na organização social da sociedade, maior ou menor acesso a recursos naturais, e por fim, uma combinação desses fatores. Entretanto, fatores que levam a mudanças no uso da terra podem não ser detectados se forem dependentes da escala (local, regional, nacional ou global) em que atuam (BRONDIZIO e MORAN, 2012) e estas escalas não são claramente identificadas (CASH et al, 2006). Em adição, no longo prazo, contextos políticos, econômicos, sociais e ambientais, sejam de escala local, regional, nacional ou global, podem, dentro de certo intervalo de tempo, explicar de maneira mais confiável e realística, a mudanças no uso da terra, incluindo o desmatamento (SASSEN et al, 2013). Na Amazônia brasileira, por exemplo, fatores que atuam em escala nacional com origem em políticas federais como o crédito agrícola subsidiado (BINSWANGER, 1991) e assentamentos rurais (METZGER, 2001) e outros fatores locais, como o tamanho da propriedade e do rebanho

bovino (LUDEWIGS et al, 2009), determinam o uso da terra e influenciam nas taxas de desmatamento. No Cerrado, mais especificamente, os baixos preços de suas terras juntamente com alta aptidão agrícola representam um fator geral e em larga escala para a substituição da vegetação original por culturas anuais e principalmente pastagens (REZENDE, 2002). Primeiramente esta substituição da vegetação original do Cerrado ocorreu no estado de São Paulo, posteriormente na região Centro-Oeste, principalmente até a década de 1980 e em anos mais recentes, na região conhecida pelo acrônimo MATOPIBA (Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia), onde as terras continuam com preços relativamente baixos.

Assim, a hipótese deste estudo é que um único fator, seja atuando local, regional, nacional ou globalmente é capaz de desencadear drásticas mudanças uso da terra, incluindo desmatamento em larga escala, dentro um contexto histórico. Para testar esta hipótese, foi reconstruída a história de uso da terra e identificados os fatores que levaram a mudanças no seu uso em dois municípios do Cerrado brasileiro, como um estudo de caso.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado nos municípios de Quirinópolis e Gouvelândia, localizados no Sudoeste Goiano (Fig. 1). Gouvelândia era um distrito de Quirinópolis até 1989, quando foi emancipado, mas ambos os municípios compartilham os mesmos solos, topografia, clima, infraestrutura, e a história do uso da terra e foram avaliados como um único estudo de caso. Juntos, Quirinópolis e Gouvelândia têm 50.794 habitantes e uma área total de 461.000 ha. A economia local é baseada no agronegócio, com a existência de 270.000 ha de pastagens, um rebanho bovino de 330.000 cabeças, 94.000 ha de cana de açúcar, 23.800 ha de soja e 10.000 hectares de milho (IBGE, 2017b). Atualmente, apenas 18.000 ha da vegetação original permanecem (IBGE, 2006b), muitas vezes de forma antropizada, espalhadas em pequenas áreas, em geral com menos de um hectare e ao longo dos cursos de água.

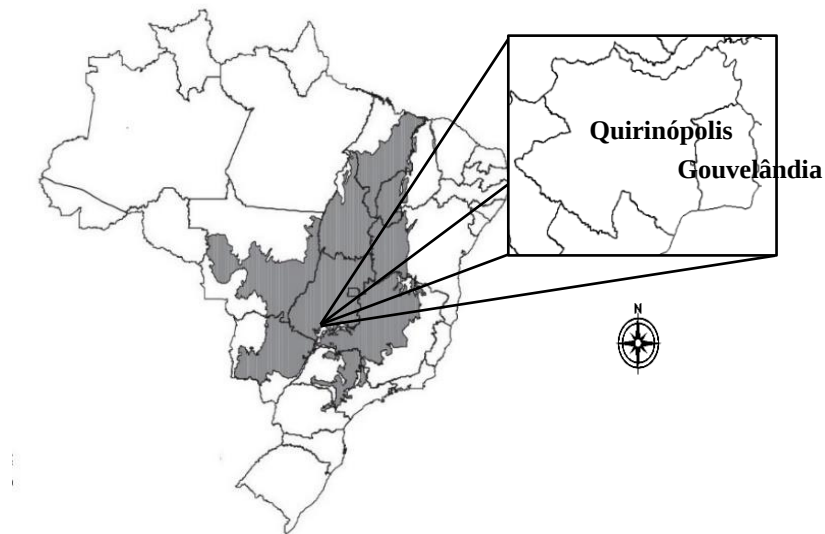


Figura 1. Localização dos municípios de Quirinópolis e Gouvelândia e a área de Cerrado (em cinza) no Brasil (SANO et al, 2007).

Os Latossolos Vermelhos predominam amplamente, seguidos em menor proporção pelos Argissolos Vermelho-Amarelos e ainda com a presença de pequenas áreas de Gleissolos Melânicos e Neossolos Litólicos (SANTOS, 2002), ocupando, vastas áreas planas ou pouco inclinadas, ideais para agricultura mecanizada da cana de açúcar, culturas anuais e pastagens (Fig. 2).

Este estudo de caso foi estruturado de acordo com as etapas "Descrever" e "Explicar" da metodologia multi-escala Describe, Explain, Explore, and Design – DEED, proposta por Giller et al. (2008), permitindo identificar os fatores originados de escala global, nacional e local (municípios) que promoveram mudanças no uso da terra em Quirinópolis e Gouvelândia. Este estudo tem natureza qualitativa, quantitativa e descritiva, baseando-se em entrevistas, dados secundários disponibilizados por empresas, órgãos oficiais e formadores de opinião, revisão da literatura, e dados censitários. Algumas das informações discutidas, quando não referenciadas, foram obtidas através de testemunhos e relatórios pessoais de proprietários, ex-proprietários, herdeiros, e outros atores envolvidos na história dos

municípios estudados, como serviços de extensão pública e privada bem como da Cooperativa Mista dos Produtores Rurais do Vale do Paranaíba - Agrovale. Esta abordagem foi fundamental para a realização do estudo, especialmente porque poucos documentos escritos existem anteriores aos anos 1950 para a região.



Figura 2. Paisagens de Quirinópolis e Gouvelândia com extensas áreas de pastagens (a) e cana de açúcar (b).

Em adição, entre os anos de 2008 e 2012, os dados sobre o uso da terra e outras características das propriedades e proprietários de terra de Quirinópolis e Gouvelândia foram coletados através de pesquisas de campo e estruturados da seguinte forma:

1. O Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA) - Escritório Regional de Goiás forneceu um banco de dados com propriedades rurais e suas respectivas áreas registradas em Quirinópolis e Gouvelândia no ano de 2011.
2. Baseado no banco de dados do INCRA, com o objetivo de coletar informações sobre o uso da terra de forma precisa, as propriedades rurais divididas em pequenas (≤ 200 ha) e grandes (> 200 ha).
3. A partir desta divisão, 169 grandes proprietários de terra (> 200 ha) em Quirinópolis e Gouvelândia foram pesquisados, envolvendo uma área total de 213.513 ha, determinando-se a área de cada fazenda e suas atividades agrícolas entre os anos 1970 (período em que a grande maioria das propriedades foi desmatada) e 2012. O conjunto de dados obtido foi verificado por diferentes fontes e quando a informação foi contraditória ou incerta, foi descartada.
4. As informações referentes aos pequenos produtores (≤ 200 ha) foram coletadas a partir do banco de dados mantido pela Agência Goiana de Assistência Técnica, Extensão Rural e Pesquisa Agropecuária - EMATER, escritório de Quirinópolis. Com este banco de dados foi possível identificar 430 pequenos agricultores, abrangendo 25.947 ha, suas atividades agrícolas atuais, área de propriedade, domicílio, tipo de mão de obra utilizada (familiar ou contratada) e tipo de posse da terra. O conjunto de dados obtido foi verificado por diferentes fontes e quando a informação foi contraditória ou incerta, foi descartada.
5. Para complementar as informações obtidas, foram realizadas entrevistas detalhadas com 41 agricultores através de um questionário semiestruturado (Anexo 1). Assim, 23

pequenos proprietários (incluindo oito do banco de dados obtido da EMATER-GO) e 18 grandes agricultores foram entrevistados. Para capturar a maior diversidade de agricultores e uso da terra possível, foram escolhidas propriedades em todas as sub-regiões de Quirinópolis e Gouvelândia (Sete Lagoas, Confusão do Rio Preto, Guararobas, Serra da Fortaleza, Paredão, Salgado e Castelo). Para cada sub-região, uma propriedade central foi escolhida aleatoriamente, e fazendeiros vizinhos em todas as direções foram visitados e entrevistados, quando permitido. Embora o objetivo fosse entrevistar pelo menos 60 agricultores, alguns não estavam disponíveis e outros declinaram da entrevista.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Contextos históricos para mudança de uso da terra em Quirinópolis e Gouvelândia

A análise histórica da mudança de uso da terra em Quirinópolis e Gouvelândia revelou a existência de períodos de mudanças drásticas e outros de estagnação. Estes períodos foram marcados por contextos políticos, econômicos, demográficos, sociais e agronômicos que permitiram definir quatro fases principais de mudança de uso da terra, que estão resumidas na fig. 3 e detalhadas posteriormente:

3.1.1 1832 - 1947: colonização e introdução da agropecuária em Quirinópolis e Gouvelândia

Não foi encontrado nenhuma evidência ou registro de povos nativos ocupando as terras que atualmente abrangem os municípios de Quirinópolis e Gouvelândia. Apenas em 1832 é documentada a entrada e estabelecimento da primeira família na região, atraída por 10 anos de isenções de impostos dada pelo governador da época, para criação de gado e cavalos, seguida por outras famílias.

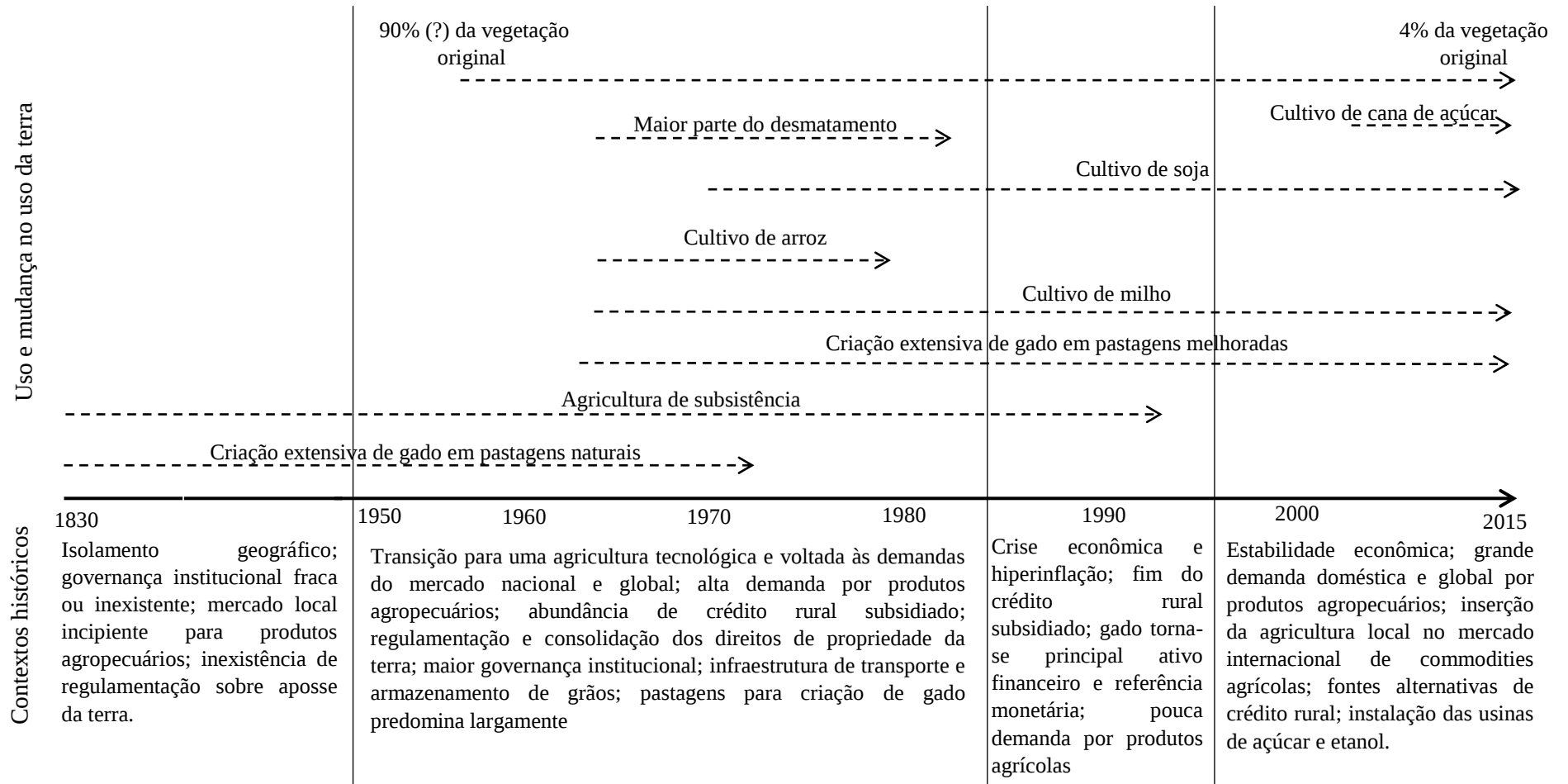


Figura 3. Contextos históricos e mudança no uso da terra nos municípios de Quirinópolis e Gouvelândia entre 1832 e 2015.

Entretanto, possivelmente em razão do isolamento geográfico, ao final do século XIX, 70 anos após a chegada dos primeiros colonizadores, a terra e poder político na região onde hoje está Quirinópolis e Gouvelândia era dominado por apenas cinco famílias (d'ABADIA, 2010). Não havia limites claros entre as propriedades rurais. A terra era considerada como pertencente a uma família se seu gado estivesse sobre a área. Na verdade, o gado e não a terra, que não tinha valor econômico e agrônômico naquela época, era considerado o verdadeiro ativo financeiro. O gado funcionava também como moeda para negócios e comércio, pois não havia circulação de dinheiro impresso ou a presença de bancos. Até o início do século XX os habitantes da região estavam espalhados pela zona rural, com a terra usada predominantemente para criação de gado em pastagens naturais e agricultura de subsistência de arroz, feijão, milho, mandioca, porcos e galinhas. Além disto, existiam pequenos moinhos de cana para produzir açúcar (AZEVEDO, 2010) e cachaça. Em razão das grandes extensões de terra e do isolamento geográfico, é possível que muitas outras famílias, com ou sem a permissão dos grandes proprietários de terra, em algum momento ocuparam áreas com agricultura de subsistência nos municípios estudados, pois ainda é possível ver resquícios desta ocupação como pomares, restos de construções e cemitérios abandonados.

Quirinópolis e Gouvelândia estiveram geograficamente isolados de outras partes do Brasil até década de 1930, quando as primeiras estradas de terra foram construídas acelerando o processo de imigração para a região. Como resultado, uma pequena vila se estabeleceu, com a instalação de instituições administrativas, governamentais e judiciais. Em 1940, no primeiro censo demográfico, constatou-se a existência de 9.594 habitantes na região, dos quais 8.921 viviam na zona rural e 673 na zona urbana (IBGE, 1952). Em 1943, Quirinópolis foi elevada à categoria de município, e o primeiro prefeito foi eleito em 1947 (PARREIRA e MATTOS, 2010). Este evento marca o fim deste período, onde o exercício do poder político e econômico definitivamente mudou das antigas famílias dominantes para a institucionalização governamental nas esferas municipal, estadual e federal.

3.1.2 1948 - 1985: desmatamento e mudanças drásticas no uso da terra

Entre as décadas de 1950 e 1980 ocorreram intervenções governamentais profundas na economia brasileira através de diferentes políticas públicas, um período que Buainain (1999) chamou de “Intervenção Planejada”. Neste período, ocorreu um rápido processo de industrialização do país (BAER e KERSTENETZKY, 1964), modernização da agricultura, forte êxodo rural e urbanização desenfreada da população (WAGNER e WARD, 1980; CAMARANO e ABRAMOVAY, 1999). No setor primário, a Intervenção Planejada incluía grandes incentivos econômicos para ocupação das terras do Cerrado e Amazônia, como o crédito agrícola abundante e fortemente subsidiado, a criação do Sistema Nacional de Pesquisa Agrícola e Extensão Rural, e um conjunto complexo de atos administrativos e reformas em todas as áreas e esferas de governo com o objetivo de promover a expansão, diversificação e competitividade da agropecuária brasileira (BUAINAIN, 1999). Além disto, tornou-se crucial para garantir o suprimento do mercado doméstico de alimentos e aliviar a pressão social, considerando que entre 1950 e 1980 a população urbana no Brasil aumentou de 20,7 (IBGE, 1956) para 80,4 milhões pessoas (IBGE, 1983), grande parte, imigrantes de zonas rurais, principalmente do Nordeste.

O Sistema Nacional de Crédito Rural (SNCR), criado pelo Governo Federal em 1965 (ALMEIDA e ZYLBERSZTAJN, 2008), foi a mais importante política para que a agropecuária brasileira atingisse os objetivos da Intervenção Planejada, particularmente na ocupação do Cerrado, com o suporte de um amplo programa de pesquisas e extensão rural (GALLETI, 1974). Os empréstimos do SNCR eram altamente vantajosos para os agricultores, com taxas de juros fixas e muito baixas ou até mesmo negativas, consequência de uma inflação cada vez mais alta, acumulada em 6.000% entre 1965 e 1980 (BANCO CENTRAL DO BRASIL, 2015). Por outro lado, menos de 20% dos agricultores brasileiros (SAYAD, 1978) tiveram acesso a empréstimos do SNCR. A maior parte dos empréstimos foi dada a

grandes agricultores, pois as políticas governamentais pretendiam estimular a produção em grande escala, e a produtividade com uso maciço de insumos, gerando um excedente de produtos agropecuários, como carnes, soja, arroz, e algodão, entre outros, que deveriam atender a demanda do mercado interno e as exportações (DEFANTE et al, 1999; SOUZA et al, 2015).

A intervenção planejada impactou profundamente Quirinópolis e Gouvelândia a partir da segunda metade da década de 1960. Uma onda de imigração ocorre em que trabalhadores rurais chegam pelas oportunidades de emprego, e agricultores, especialmente do estado de São Paulo, são atraídos pelas terras baratas², ideais para cultivos e pastagens, com vasto crédito rural subsidiado disponível. Assim, a população de Quirinópolis e Gouvelândia alcança 38.000 pessoas em 1970, dos quais 25.000 viviam em áreas rurais (IBGE, 1970a). As famílias tradicionais, com posse de grandes extensões de terra, gradualmente vendem toda ou partes de suas terras, cujo valor era inexistente ou irrisório até a década de 1950. Estas famílias não entenderam a nova realidade, as tecnologias, o sistema bancário, o aumento da inflação, e até mesmo o valor potencial de sua terra, muitas vezes consideradas improdutivas. Terras, por exemplo, eram vendidas com meses ou anos para se pagar, enquanto a alta taxa de inflação corroía a maior parte do valor de face das notas promissórias e ou contratos.

Embora não esteja claramente documentado e explicado, é necessário também enfatizar a importância da regulamentação da posse da terra entre as décadas de 1960 e 1980, evitando-se em grande parte o conflito pela posse da terra nos dias atuais, com base no Registro de Torrens, a lei do Usucapião (Fonseca, 2010), e a Lei de Registro Público de 1973. Esta última, em particular, emitiu escrituras, definindo claramente os limites da propriedade, difíceis de serem judicialmente contestadas, dando segurança aos agricultores para investir na compra de terras e na agropecuária com empréstimos subsidiados do SNCR, usando a própria terra como garantia aos bancos financiadores.

²Há relatos de que, para cada hectare de terra vendido no estado de São Paulo, era possível comprar 10, 20 ou mais hectares de terra em Quirinópolis e Gouvelândia.

Os produtores rurais de São Paulo, em sua maioria, recém-chegados a Quirinópolis e Gouvelândia trouxeram com eles novos conhecimentos e tecnologias agropecuárias, que foram rapidamente absorvidos por parte dos fazendeiros locais. A agropecuária de subsistência declina, substituída pela de mercado, especialmente a criação de gado de corte e leite e o plantio de arroz, soja e milho. Foi estimado neste estudo, que dos 460.000 hectares de Quirinópolis e Gouvelândia, em 90% deles, a vegetação original foi removida entre 1965 e 1985 para conversão prioritariamente em pastagens. Para ocorrer uma mudança tão drástica no uso da terra, havia um processo sistematizado através de financiamentos do SNCR, de acordo com os produtores entrevistados, em que a área era desmatada mecanicamente, posteriormente cultivada com arroz, que é tolerante às altas concentrações de alumínio do solo, com ou sem calagem e uso de fertilizantes, durante um ou dois anos para “amansar” a terra. Depois do arroz, a área era cultivada com milho consorciado com variedades melhoradas de gramíneas dos gêneros *Brachiaria* ou *Panicum*, também tolerantes ao alumínio do solo, e com produtividade de biomassa e capacidade de suporte muito maior do que as antigas áreas de pastagens naturais e outros tipos de vegetação típicas do Cerrado. Após a colheita do milho, a nova pastagem estava pronta para o gado, também comprado com os empréstimos subsidiados do SNCR. Outra forma comum de desmatamento para a introdução de pastagens, também bastante utilizado neste período na região, relatado e particularmente usado por pequenos produtores, era o sistema de “meiros”. Neste sistema, o proprietário da terra fazia acordos informais onde este fornecia a terra e os insumos, e os parceiros eram responsáveis por todo o trabalho manual, desde a “limpeza” da área, o plantio e colheita do arroz e o plantio da gramínea ao final do processo. A produção de arroz era então dividida 50:50 entre o dono da terra e os parceiros, e o primeiro recebia a pastagem pronta, com um baixo custo de implantação.

O cultivo de soja em Quirinópolis e Gouvelândia começou em 1969³, alcançando produtividades de 1.490 e 1.860 kg ha⁻¹ no primeiro e segundo ano de cultivo respectivamente, produtividades consideradas muito altas para a época comparada com o restante do país. Assim, surgiu uma alternativa rentável ao cultivo de arroz e criação de gado. Entretanto, lavouras, em geral, continuaram sendo uma atividade secundária na região, ocupando menos que 10% das terras agrícolas. Apesar de não haver um número exato, estima-se que 95% dos produtores rurais naquela época eram criadores de gado de corte e leite, atividade de menos risco e que exigia relativamente poucos investimentos quando comparada com plantios anuais ou perenes.

De uma perspectiva ambiental, as perdas de vegetação e biodiversidade foram devastadoras durante este período (1948-1985) em Quirinópolis e Gouvelândia. Apesar da existência do Código Florestal (Lei n ° 4.771) desde 1965, que restringiu fortemente as áreas sujeitas ao desmatamento no Cerrado, exigindo uma área de preservação permanente equivalente a 20% da área da propriedade mais a preservação das matas ciliares, nunca houve qualquer aplicação da lei nos municípios estudados. A vegetação remanescente que permaneceu foi em função de iniciativas dos proprietários, pois preocupações ecológicas não existiam naquela época.

3.1.3 1986 - 1994: crise econômica e estagnação no uso da terra

Com origem na crise do petróleo da década de 1970 (a matriz energética do Brasil era altamente dependente do petróleo importado), o país enfrenta uma profunda crise econômica e uma difícil transição política pós-ditadura militar (1964 - 1985) (SALLUM JR e KUGELMAS, 1991; DIAS e AGUIRRE, 1992). Neste período o país teve cinco diferentes moedas, um surto hiperinflacionário (PEREIRA e NAKANO, 1991), baixo crescimento econômico, declínio da renda per capita (FERREIRA et al, 2010) e fraca demanda interna por

³Este produtor pioneiro de soja foi o Sr. Claudinê Fernandes de Oliveira, procedente de Ipuã-SP e proprietário de uma pequena fazenda à época na região conhecida como Sete Lagoas.

alimentos (CARVALHO FILHO, 1995). As políticas da Intervenção Planejada se esgotam e entram em colapso onde os empréstimos subsidiados do SNCR para a agropecuária, dos quais o setor primário era altamente dependente, caiu de 31 bilhões de dólares em 1986 para apenas nove bilhões de dólares em 1993 (adaptado de DEFANTE et al, 1999). Nacionalmente, a área plantada das principais culturas⁴ diminuiu de 47 milhões (IBGE, 1985a) para 38 milhões de hectares (IBGE, 1998) entre 1985 e 1995. Em Quirinópolis e Gouvelândia, a área plantada encolheu de 65.000 hectares em 1985 (IBGE, 1985b) para 44.000 hectares em 1995 (IBGE, 2017b).

Com quase toda a área de Quirinópolis e Gouvelândia desmatada, a criação extensiva de gado permaneceu como a principal atividade econômica e as pastagens ocupam quase toda a área agrícola dos municípios estudados. O rebanho bovino expande fortemente até 1985, quando atinge um máximo de 583.000 cabeças, seguido por um período de declínio e estabilização em cerca de 400.000 cabeças (Fig. 4), provavelmente em função da menor capacidade de estoque das pastagens, como resultado de degradação do solo e do pasto implantados na década anterior, a inexistência de áreas para desmatamento para introdução de pastagens novas e mais produtivas e o crédito rural limitado para a compra de gado.

Semelhante ao que aconteceu no final do século XIX e início do século XX, o gado tornou-se novamente o mais seguro e valioso ativo financeiro dos agricultores, com elevada liquidez, funcionando como referência monetária (os preços eram estabelecidos em arrobas: uma arroba = 15 kg carcaça equivalente) e financeira para negócios, substituindo a moeda vigente, corroída diariamente pelo surto hiperinflacionário. Isso pode explicar a falta de correlação entre o tamanho do rebanho bovino e os preços do gado (Fig. 4), pois os animais eram “dinheiro no bolso que o governo não podia pegar”. O cultivo de arroz, a principal cultura em Quirinópolis e Gouvelândia desde os anos 1950, praticamente desapareceu,

⁴Café, cacau, laranja, uva, algodão, arroz, cana de açúcar, feijão, tabaco, mandioca, milho, soja e trigo.

substituído por soja e milho, uma vez que não havia novas terras para serem desmatadas e “amansadas”.

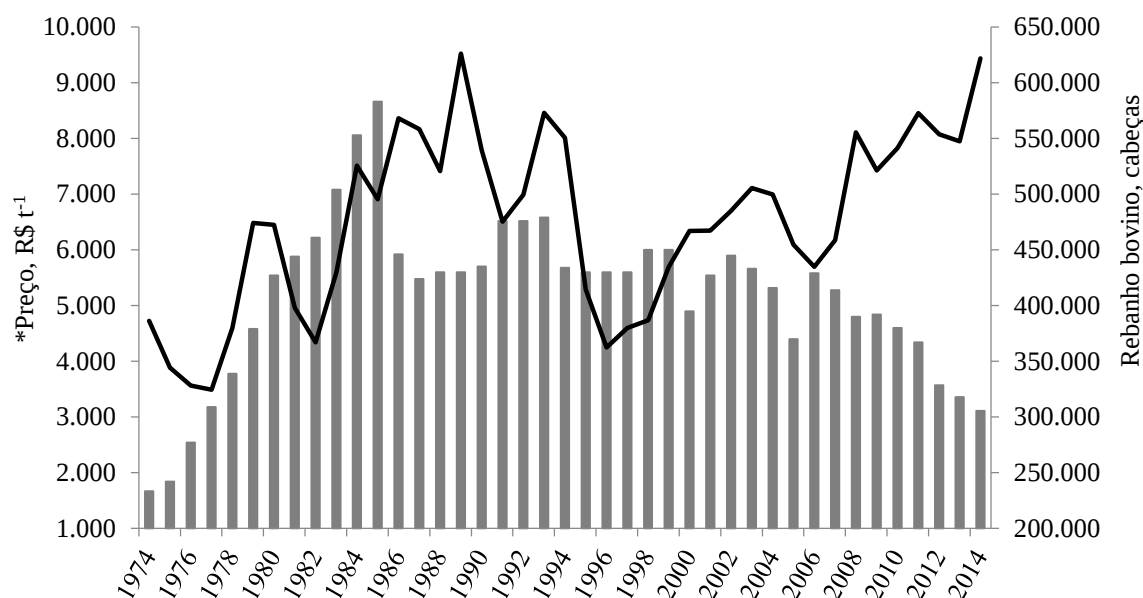


Figura 4. Evolução do rebanho bovino (barras) e do preço da carne bovina (linha) nos municípios de Quirinópolis e Gouvelândia. Fontes: IEA, (2016); IBGE, (2017); preços corrigidos para dezembro de 2015 pelo Índice de Preços ao Consumidor - IPC/Fipe (Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas) de acordo com o Banco Central do Brasil, (2015). *Preço equivalente de carcaça.

3.1.4 1995 - 2015: estabilização econômica e introdução da cana de açúcar

A partir de 1995, com reformas econômicas, o controle da hiperinflação (PINHEIRO et al, 2001), o crescimento do mercado interno e especialmente a grande demanda da China e outros países para produtos agrícolas, o setor agropecuário brasileiro foi largamente beneficiado, iniciando um período de expansão da área plantada e da produção (FOCHEZATTO, 2003). A exportação de produtos agrícolas, por exemplo, aumentou de 21 bilhões de dólares em 1995 para 88 bilhões de dólares em 2015 (MAPA, 2016). Empresas multinacionais e cooperativas locais começaram a desempenhar papel cada vez mais importante no financiamento da agricultura e pecuária, substituindo totalmente ou em parte,

os empréstimos do SNCR, que representam atualmente apenas 28% do capital utilizado pelos produtores nacionais (SANTANA e NASCIMENTO, 2012). As multinacionais do agronegócio, por exemplo, fornecem pacotes fechados de suas tecnologias para os agricultores, que incluem sementes, fertilizantes e defensivos e, o pagamento é feito com produto colhido a preços correntes ou pré-fixados, dependendo do tipo de contrato entre as partes. Este tipo de financiamento tornou-se bastante comum em Quirinópolis e Gouvelândia, e possivelmente é responsável pela manutenção pela maioria da área de soja plantada nestes municípios, de acordo com os agricultores entrevistados. Apesar deste ambiente mais favorável para o setor primário, o uso da terra pouco mudou em Quirinópolis e Gouvelândia até 2005, com a predominância da criação de gado de leite e corte a pasto, exceto para um curto período quando a área plantada (principalmente soja) chegou a 77.000 ha para atender a uma súbita demanda por soja no mercado internacional (Fig. 5).

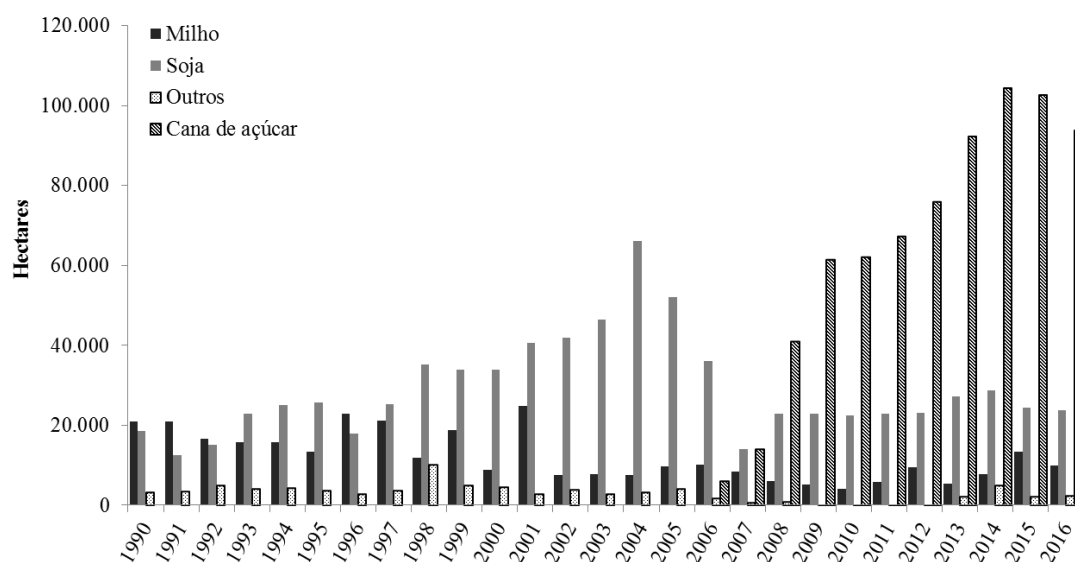


Figura 5. Evolução da área plantada com lavouras nos municípios de Quirinópolis e Gouvelândia entre 1990 e 2016 (IBGE, 2016a). *Outros: algodão, arroz, feijão, mandioca e sorgo.

Em 2005, uma usina de cana de açúcar (produz açúcar e etanol) e uma destilaria (produz apenas etanol), ambas de grande porte, se instalaram em Quirinópolis, disparando um novo período de mudanças drásticas no uso da terra. Em um período de apenas oito anos (2006 a 2014), a área plantada com cana de açúcar, impulsionado pelo sistema de arrendamento das terras, expandiu de 6.000 para 105.000 hectares em Quirinópolis e Gouvelândia (Fig. 5), substituindo vastas áreas de pastagens, soja e milho (ARRUDA et al, 2017). Em 2015, as receitas da cana de açúcar recebidas pelos produtores atingiram 482 milhões de reais, que representou 85% de todo o rendimento agrícola em Quirinópolis e Gouvelândia, excluindo a produção pecuária (IBGE, 2017b), e equivalente a um terço do PIB destes municípios (IBGE, 2015b). Assim, em menos de uma década, a cana de açúcar tornou-se o principal produto agrícola da região do ponto de vista financeiro, embora as pastagens ainda ocupem cerca de 60 a 70% da área agrícola destes municípios.

Em contraste com outras atividades agrícolas, as usinas de cana de açúcar trabalham com o sistema de arrendamento das terras dos produtores rurais, com o suporte de empréstimos subsidiados principalmente do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social - BNDES, evitando os altos investimentos em terra e dando flexibilidade e rapidez para alterar a área plantada de acordo com a demanda de açúcar e etanol. Assim, as usinas assumem os investimentos e riscos, fazendo da atividade altamente atrativa para o dono da terra, explicando sua rápida expansão nos municípios estudados. Por outro lado, hoje, Quirinópolis e Gouvelândia são dependentes da demanda e preços do mercado global de commodities agrícolas, com pouco controle local sobre o uso da terra. Além de açúcar, etanol, carne, leite e soja, foram encontrados durante as pesquisas de campo deste estudo, apenas três produtores de olerícolas, um produtor de abacaxi, e um produtor de mandioca para mesa, todas somando 30 ha de área plantada, indicando uma extrema especialização da agricultura local em função de demandas nacionais e globais, além do desaparecimento da agricultura de subsistência.

3.2 Detalhamento dos fatores responsáveis pela mudança no uso da terra em Quirinópolis e Gouvelândia ao longo do tempo

Durante mais de 100 anos, desde o início da colonização de Quirinópolis e Gouvelândia em 1832 até os anos 1940, apenas um mercado incipiente de gado e agricultura de subsistência funcionaram como fatores que promoveram algum impacto no uso da terra na região (Fig. 6a). O uso do fogo para “renovar” as pastagens naturais era uma prática comum, com relatos de que extensas áreas anteriormente ocupadas por vegetação do tipo “Cerradão” foram substituídas por gramíneas nativas e vegetação arbustiva, já nas primeiras décadas do século XX, como resultado de queimadas sucessivas. Além disso, a maior parte das madeiras de lei como a Aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Allemão), uma vez abundantes na região, foram amplamente utilizadas para a construção de casas, currais e cercas, além de comercializadas, e encontram-se praticamente extintas, mostrando que mesmo durante a fase aguda de desmatamento, nos anos 1970s, já existia algum impacto antropogênico na vegetação original do Cerrado.

A criação do SNCR em 1965 e seus empréstimos subsidiados foi o principal fator catalisador das mudanças drásticas no uso da terra em Quirinópolis e Gouvelândia, dentro do contexto da Intervenção Planejada, que levou a uma população urbana crescente, alta demanda de alimentos, grandes taxas de imigração de produtores rurais e trabalhadores, regulamentação da posse da terra e a construção de infraestrutura de transporte (Fig. 6b). Utilizando os empréstimos do SNCR, em um período de apenas 20 anos (1965-1985), cerca de 400.000 ha da vegetação original foi substituída por pastagens, 400.000 cabeças de gado e 60.000 hectares de lavouras nos municípios estudados (IBGE, 1985b). Além disso, o cultivo de soja para exportação emerge como o primeiro fator de origem global a afetar o uso da terra em Quirinópolis e Gouvelândia apesar de limitado, ocupando apenas cerca de 10.000 ha anualmente.

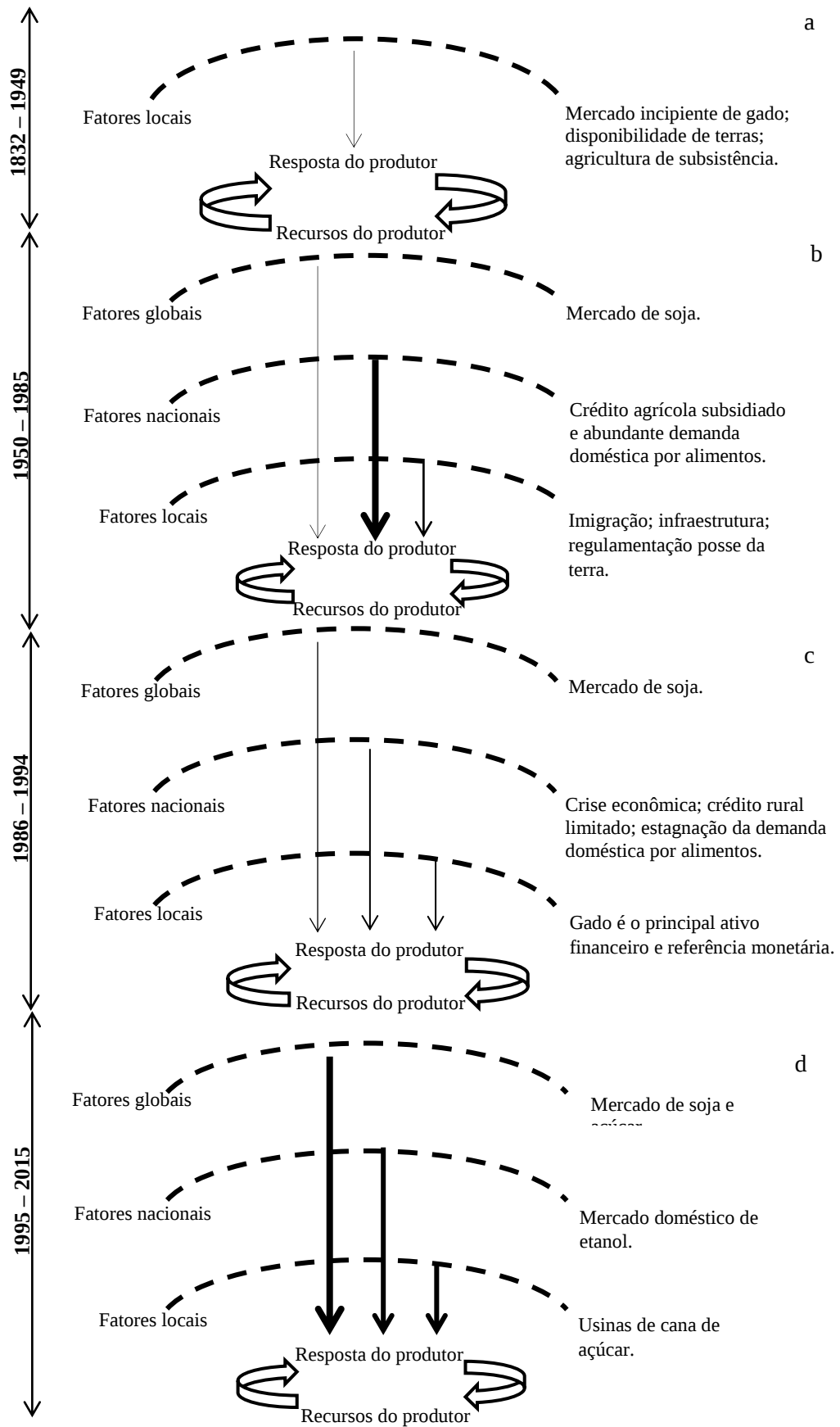


Figura 6. Fatores responsáveis pelo uso da terra, originados de escalas globais, nacionais e locais atuando nos municípios de Quirinópolis e Gouvelândia dentro de quatro contextos históricos. A espessura das setas é empiricamente proporcional à força do fator atuando nos produtores rurais. Adaptado de Giller et al, (2008).

Após a fase de desmatamento, com quase toda a vegetação natural de Quirinópolis e Gouvelândia removida, ocorre uma crise econômica doméstica profunda e o colapso dos empréstimos agrícolas subsidiados. Com a inexistência ou fraqueza de fatores, como a demanda por soja ou milho, que pudessem alterar o uso da terra, este uso permaneceu praticamente estagnado entre 1986 e 1994 (Fig. 6c). Pastagens para criação extensiva de gado largamente predominam, enquanto lavouras de soja e milho mantem uma área cultivada por volta de 40.000 ha.

Por um curto período, entre 1995 e 2004, a demanda de soja e o seu alto preço no mercado internacional foi o único fator em Quirinópolis e Gouvelândia a promover alguma mudança no uso da terra, financiados em grande parte, pelas empresas produtoras de insumos e exportadoras da commodity. A área plantada de soja expandiu de 25.500 para 66.000 ha, substituindo 40.500 ha de pastagens. Em 2005, entretanto, com a instalação das duas usinas de cana em Quirinópolis, para atender os mercados doméstico e global por etanol e açúcar, se tornou um forte e novo fator que disparou uma nova fase de mudanças drásticas no uso da terra (Fig. 6d). A cana de açúcar substituiu 100.000 hectares de pastos e lavouras, principalmente em grandes propriedades.

Destaca-se ainda, que localmente, a área da propriedade é um importante fator a ser levado em consideração para se entender o uso da terra neste estudo de caso. Existem 3.062 propriedades rurais com áreas variando entre 0,5 e 4.317 hectares registrados em Quirinópolis e Gouvelândia, abrangendo 511.323 ha (Fig. 7). Esta área total é maior do que a área oficial de ambos os municípios (461.000 ha) possivelmente devido a este último ser medido pelo perímetro dos municípios, sem considerar a topografia das propriedades e características da topografia local. A terra tem uma distribuição desigual, com 2.465 propriedades com menos de 200 ha, totalizando 142.597 ha, enquanto as 83 maiores propriedades possuem somadas 158.591 ha.

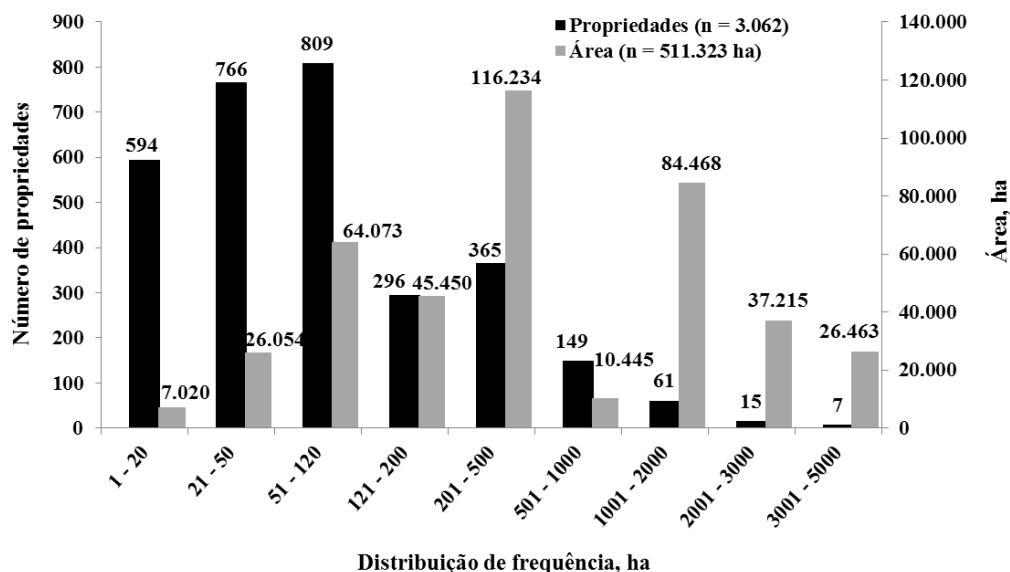


Figura 7. Distribuição de frequência do número de propriedades rurais e soma de suas respectivas áreas, nos municípios de Quirinópolis e Gouvelândia, em 2011, de acordo com o Cadastro Rural do INCRA - Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária.

Globalmente, há uma tendência dos agricultores em abandonar a terra, com concentração da estrutura agrária, inclusive no Brasil (RAHELIZATOVO e GILLESPIE, 1999; MacDONALD et al, 2000; STEWARD, 2007; McMANUS et al, 2012). Notavelmente, o número de propriedades rurais em Quirinópolis e Gouvelândia está aumentando sistematicamente, passando de algumas famílias dominando as terras no início do século XX, para alcançar 1.445 propriedades em 1970 (IBGE, 1970b), 2.104 propriedades em 1985 (IBGE, 1985b), e 3.062 propriedades em 2011 (INCRA, 2011). Esta tendência observada em Quirinópolis e Gouvelândia está possivelmente relacionada com a divisão e pulverização de propriedades entre os herdeiros, e que pode ainda facilitar a venda de glebas menores de terra para terceiros, uma vez que o preço da terra na região é muito alto, especialmente após a introdução da cana de açúcar, com preços variando entre 15 e 20 mil reais por hectare.

Dentro das 430 pequenas propriedades (< 200 ha) pesquisadas, 70% têm como única atividade a criação de gado para produção de leite, 20% são criadores de gado de corte e apenas 10% cultivam milho e ou soja (Fig. 8). Em nenhuma das pequenas propriedades rurais avaliadas existia plantio de cana de açúcar para fornecimento para as usinas, apenas pequenas áreas para alimentar o gado no período de seca. Em geral, pequenos criadores de gado de leite ou de corte são os proprietários da terra enquanto os produtores de soja e milho são arrendatários de terra. Os criadores de gado de leite moram na fazenda, por ser a ordenha, predominantemente manual, uma atividade intensiva e diária, demandando muitas horas de trabalho fornecidas por membros da própria família. Os pequenos criadores de gado de corte moram na cidade, pois esta é uma atividade que demanda trabalho esporádico e menos intensivo. Por outro lado, dos 169 grandes proprietários analisados, o uso principal da terra nos anos 1970 até 2005 foi pastagens para criação de gado de corte, seguido, em proporção consideravelmente menor, por lavouras temporárias. Apenas recentemente mudanças substanciais no uso da terra ocorreram nas grandes propriedades rurais com a introdução da cana de açúcar, tida como uma oportunidade para diversificação das atividades agrícolas e mitigação de riscos em relação às perdas econômicas (Fig. 9), apesar da criação extensiva de gado em pastagens continuar a ocupar a maior parte das terras dos municípios estudados.

Além da área da propriedade, outros fatores mais sutis em escala local (fazenda) estão envolvidos com as mudanças ou inexistência de mudanças no uso da terra, independentemente da existência ou não de fatores nacionais e ou globais atuando sobre estes produtores, que foram identificados nas entrevistas semiestruturadas. Em média, os agricultores entrevistados tinham 56 anos de idade, variando entre 30 e 74 anos e mediana de elevados 57 anos. Apesar da idade elevada da maioria dos 41 produtores entrevistados, apenas 20 deles garantiu que os herdeiros iriam assumir as propriedades e suas atividades agropecuárias, o que sugere que há um alto grau de incerteza sobre uso da terra para as próximas gerações.

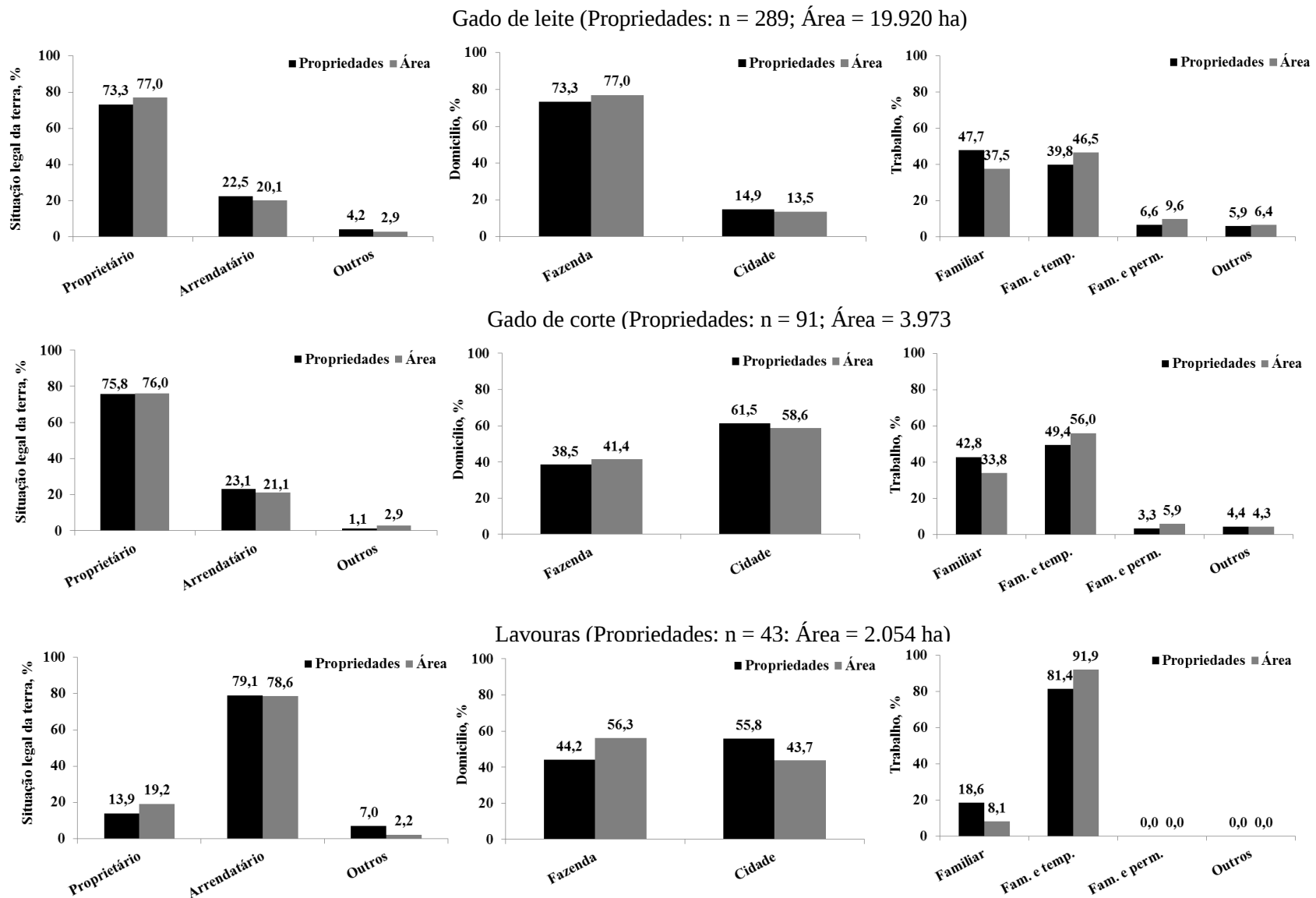


Figura 8. Distribuição de frequência em relação à situação legal das terras, domicílio e trabalho, em 430 pequenas propriedades rurais (< 200 ha) no município de Quirinópolis, Goiás, Brasil.

Além disso, os fazendeiros evitam atividades que demandam muita mão de obra, ou mais mão de obra do que a família pode fornecer, o que acaba por limitar as possibilidades de uso da terra. Os agricultores entrevistados foram quase unânimes em declarar que há grande "escassez de trabalhadores rurais" em Quirinópolis e Gouvelândia, especialmente após a introdução de cana de açúcar, que absorve muitos trabalhadores, não apenas diretamente no campo, mas também na usina e serviços de apoio, que pagam salários mais altos e outros benefícios como plano de saúde.

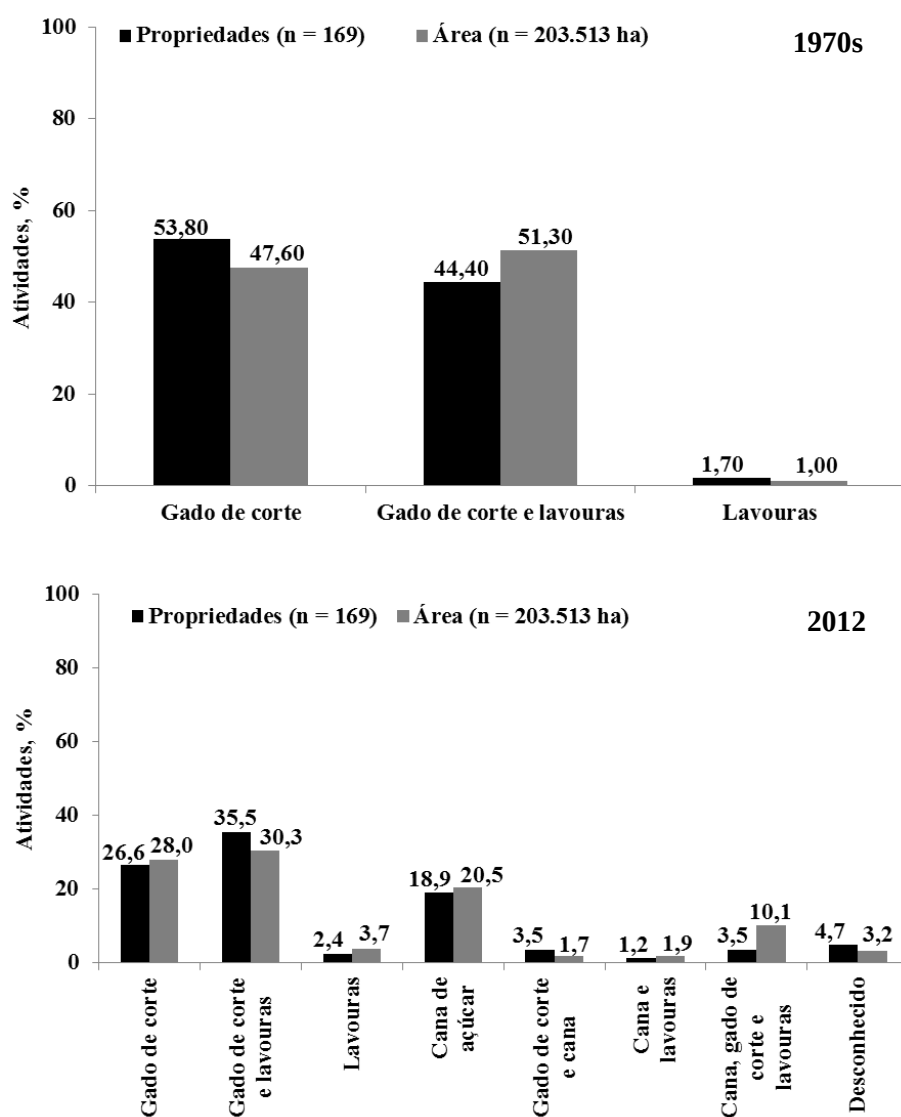


Figura 9. Uso da terra pelos grandes proprietários rurais (> 200 ha) nos anos 1970 e em 2012 nos municípios de Quirinópolis e Gouvelândia.

Como resultado, a relação entre o número de trabalhadores permanentes (trabalhador com carteira de trabalho assinada) e área (ha) foi 1:270, dentro do universo de produtores entrevistados. Nenhum dos 23 pequenos agricultores (< 200 ha) entrevistados tinha planos para mudar seu uso da terra, enquanto entre os 18 grandes agricultores, dois criadores de gado de corte e um produtor de soja planejavam mudar para cana de açúcar, mas apenas em parte de sua propriedade, em um primeiro momento, a fim de diversificar as suas atividades agrícolas. Uma vez que há uma limitação para a área plantada de cana de açúcar em Quirinópolis e Gouvelândia, em cerca de 100.000 ha, em razão da capacidade de processamento atual das usinas, esperam-se poucas mudanças no uso da terra na região estudada no curto prazo causado pela cana.

O cultivo de lavouras de milho e soja continua a ser uma atividade secundária e, muitas vezes esporádica, que acontece em grandes e pequenas propriedades dependendo dos preços internacionais de commodities, além de serem eventualmente utilizadas para a recuperação de pastagens degradadas ou em rotação entre os ciclos de plantio de cana de açúcar. Por fim, apenas seis dos 41 produtores entrevistados não possuíam empréstimos de bancos naquele momento e apenas um pequeno produtor declarou que jamais fez ou faria empréstimo em bancos para apoiar sua atividade agrícola, indicando o grande impacto do crédito rural no uso da terra e mudança de uso da terra até os dias atuais.

4. CONCLUSÕES

O estudo de caso avaliado neste artigo obteve dados e evidências concretas que podem confirmar a hipótese da pesquisa, ou seja, um único fator, quando inserido em um contexto histórico, pode catalisar grandes mudanças no uso da terra. No presente estudo, o crédito rural subsidiado foi o principal fator que desencadeou o primeiro período de mudança drástica do uso da terra em Quirinópolis e Gouvelândia entre 1965 e 1985, quando cerca de 90% de sua

vegetação natural foi substituída por pastagens e, em menor proporção, lavouras de culturas anuais. Um segundo período de mudanças drásticas do uso da terra foi desencadeado em Quirinópolis e Gouvelândia entre 2005 e 2015 com a introdução do cultivo de cana de açúcar, substituindo 100.000 hectares de pastos e lavouras, também catalisados pela disponibilização de grande quantidade de recursos financeiros subsidiados por bancos oficiais para produtores e indústria.

Capítulo 2

**VARIABILIDADE E QUALIDADE AGRONÔMICA DOS ATRIBUTOS
QUÍMICOS DO SOLO DE CERRADO SOB LAVOURAS E PASTAGENS**

1. INTRODUÇÃO

O Cerrado é o segundo maior bioma brasileiro depois da Amazônia, com uma área de 204 milhões de hectares (IBGE, 2015), onde predominam Latossolos, e em menor proporção, os Argissolos, ambos profundos, bem drenados, friáveis (ADÂMOLI et al, 1986), majoritariamente planos a levemente ondulados. Estas características e outros atributos físicos do solo ideais do ponto de vista agrônomo, como porosidade, densidade, drenagem (ARAÚJO et al, 2007), textura (SANTOS et al, 2008) e água disponível (MARCHÃO et al, 2007), além do clima ameno, com um período chuvoso de seis meses no ano, favorecem o cultivo de grãos, cana de açúcar e a pecuária extensiva a pasto (GOEDERT et al, 1980; GOEDERT, 1983). Por outro lado, os atributos químicos dos solos do Cerrado podem limitar severamente a produção vegetal, como resultado de sua elevada acidez, altos teores de alumínio trocável (Al), e a baixa concentração de nutrientes, com destaque para o fósforo (P) (LOPES e COX, 1977, GOEDERT, 1983). Em razão da baixa disponibilidade de nutrientes e o excesso de acidez e Al^{3+} de seus solos, as terras do Cerrado eram erroneamente percebidas, em um passado recente, como sem valor agrônomo, econômico (REZENDE, 2002) e ambiental (KLINK e MACHADO, 2005). Entretanto, estas limitações químicas são superadas com o uso de corretivos do solo como o calcário, gessagem, fertilizantes químicos e orgânicos e com o melhoramento genético, para obtenção de cultivares adaptadas às estas condições, (GOEDERT, 1983), o que mudou radicalmente estas percepções.

Dessa forma, as condições edafoclimáticas favoráveis e o uso de novas tecnologias, resultaram até o momento na conversão de 100 milhões de hectares de terras do Cerrado, inicialmente consideradas de baixa fertilidade, para altamente agricultáveis (REZENDE, 2002; IBGE, 2015), como se verifica para a soja (*Glycine max*) e a cana de açúcar (*Saccharum* spp.), que atingem produtividades superiores a 3.000 e 100.000 kg ha⁻¹, respectivamente quando cultivada nessas condições (RUDORFF e BATISTA, 1990; MACEDO, 1996; IBGE,

2018). Entretanto, no longo prazo, o manejo inadequado da fertilidade do solos de Cerrado por diferentes atividades agropecuárias pode levar à degradação de seus atributos químicos. Araújo et al, (2007) e Pignataro Netto et al, (2009), concluíram que em áreas sob pastagens, lavouras ou reflorestamento fertilizadas, ocorreu diminuição da concentração da matéria orgânica do solo (MOS) e capacidade de troca catiônica (CTC) quando comparados aos solos sob Cerrado nativo. Além disto, mesmo com a aplicação de calcário e fertilizantes, a concentração de nutrientes do solo pode permanecer abaixo dos níveis críticos recomendados do ponto de vista agrônômico (NEUFELDT et al, 2002; CARVALHO et al, 2007; CARNEIRO et al, 2009). Vendrame et al. (2010), estudando a fertilidade de Latossolos Vermelhos e Vermelho-Amarelos em duas regiões do Cerrado, verificaram que a acidez e a concentração de (Al) do solo foram corrigidas para níveis ideais através da calagem, não sendo fatores limitantes para o crescimento das pastagens. Por outro lado, estes autores observaram que as concentrações de P, potássio (K) e em menor grau, de cálcio (Ca), estavam abaixo dos níveis recomendados para pastagens, comprometendo o crescimento da gramínea. Apesar das tecnologias disponíveis para superar a baixa qualidade dos atributos químicos dos solos do Cerrado do ponto de vista agrônômico, o seu uso inadequado pode estar na realidade levando, em alguns casos, a um processo de degradação de sua fertilidade no longo prazo, como a depleção e a concentração desbalanceada de nutrientes. Assim, este estudo tem por objetivo caracterizar a variabilidade e qualidade agrônômica dos atributos químicos do solo no Cerrado em diferentes atividades agropecuárias e sob vegetação original.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Local do estudo

O estudo foi realizado nos municípios de Quirinópolis e Gouvelândia, estado de Goiás (Fig. 1), abrangendo uma área total de 461.000 ha. Ambos os municípios apresentam clima,

solos, topografia, infraestrutura e atividades agrícolas semelhantes. O relevo é plano, com predomínio de Latossolos Vermelhos e Argissolos Vermelho-Amarelo (Fig. 1). O clima é do tipo Aw (tropical com estação seca no inverno), de acordo com a classificação de Köppen, apresentando uma estação chuvosa entre outubro e março e uma estação seca entre abril e setembro. A temperatura média anual varia entre 20 e 22°C (INMET 2012) e precipitação anual é de 1.700 ± 200 mm.

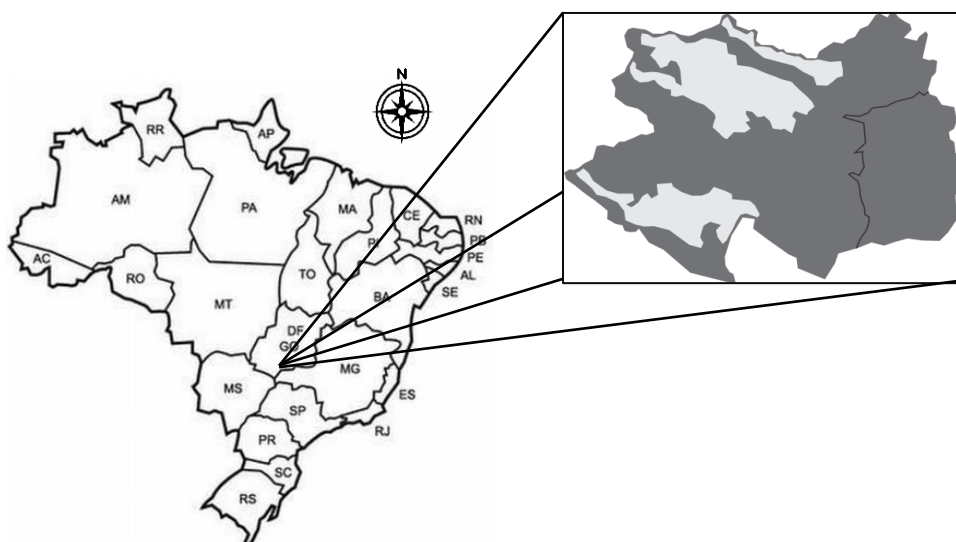


Figura 1. Localização dos municípios de Quirinópolis e Gouvelândia, Estado de Goiás, Brasil. Nas áreas em cinza escuro predominam Latossolos Vermelhos e em áreas em cinza claro predominam Argissolos Vermelho-Amarelo. Fonte: adaptado de SIEG Mapas, (2018).

A partir da década de 1970, os municípios de Quirinópolis e Gouvelândia tornaram-se importantes produtores agropecuários, inicialmente com a correção de acidez do solo e monocultivo do arroz (*Oryza sativa*) nos dois primeiros anos e posterior cultivo da soja e/ou milho em sistema convencional ou a formação de pastagens de *Urochloa* sp e *Megathyrus*

maximum para criação extensiva de gado de corte e leite. Para cultivos anuais e pastagens, não há um padrão seguido pelos produtores, podendo ocorrer monocultivos de soja, milho e pastagens por longos períodos de até décadas e ou rotações aleatórias, com ou sem adubações, dependendo dos preços das commodities e da disponibilidade de recursos do produtor. A partir de 2005, com a instalação de duas usinas para produção de etanol e açúcar nos municípios estudados, o plantio de cana de açúcar, com aplicação sistemática e em grande escala de fertilizantes químicos e calcário, substituiu grandes áreas de pastagens e lavouras. Atualmente, Quirinópolis e Gouvelândia possuem aproximadamente 270.000 ha de pastagens, 320.500 cabeças de gado, 103.000 hectares de cana de açúcar, 37.000 hectares cultivados com soja ou milho (IBGE, 2018) e apenas 18.000 ha remanescentes da vegetação de Cerrado original (IBGE, 2006b).

2.2 Atributos químicos do solo sob uso agropecuário

Foi utilizado um banco de dados cedido pelo Laboratório de Solos da Cooperativa Mista dos Produtores Rurais do Vale do Paranaíba - Agrovale, composto por resultados de amostras de solo retiradas na profundidade de 0-20 cm, perfazendo 1.437 resultados de análises dos atributos químicos do solo (pH em água, Ca e magnésio (Mg) trocáveis, P e K disponíveis, acidez potencial (H + Al), alumínio trocável (Al^{+3}), capacidade de troca catiônica (CTC), saturação de bases (V) e matéria orgânica do solo (MOS)), realizadas durante os anos de 2006 a 2011. As amostras foram coletadas em áreas sob pastagens, lavouras de soja, milho e cana de açúcar.

Além dos dados obtidos na Agrovale, para se comparar a fertilidade do solo em áreas com diferentes usos agrícolas, foram amostradas 13 áreas com pastagens e 15 áreas com lavouras totalizando 28 locais cuja concentração de silte + argila variavam entre 300 e 600 g kg^{-1} , faixa de textura predominante na região (Tabela 1).

Tabela 1. Histórico do uso da terra sob pastagens (past.) e lavouras nas áreas amostradas para avaliação da fertilidade do solo em áreas com textura variando entre 300 e 600 g kg⁻¹ de argila + silte.

Área	Uso mais recente	Histórico
1	Past. 2 anos	1980-2009: soja/milho; 2010-2012: past..
2	Past. 4 anos	1970-1990: past.; 1991-1992: soja; 1993-2005: past.; 2006: milho; 2007-2011: past.
3	Past. 6 anos	1970-2005: past.; arroz, soja ou milho; 2006-2012: past.
4	Past. 7 anos	1970-1989: past.; 1990-1992: soja; 1993-2001: past.; 2002-2004: soja; 2004-2012: past.
5	Past. 8 anos	1970-1989: past.; 1990-1994: soja e milho 1995-2002: past.; 2003: milho; 2003-2011: pastagem.
6	Past. 9 anos	1970-2002: past.; 2001: milho; 2002-2011: past.
7	Past. 10 anos	1970-1999: past.; 2000: milho; 2001-2011: past.
8	Past. 10 anos	1970-2001: pastagem, arroz, soja e milho; 2002-2012: pastagem.
9	Past. 20 anos	1980-1990: past.; 1991: milho; 1992-2011: past.
10	Past. 20 anos	1970-1990: past.; 1991: milho; 1992-2011: past.
11	Past. 21 anos	1970-1987: past. 1988-1990: soja; 1991-2012: past.
12	Past. 25 anos	1982-1985: arroz e milho; 1986-2011: pastagem.
13	Past. 31 anos	1980-2011: past.
14	Lav. 1 ano	1970-1990: past.; 1990-1992: soja; 1993-2006: past.; 2007-2011: past.; 2012: cana de açúcar.
15	Lav. 1 ano	1970-1989: past.; 1990-1994: soja ou milho 1995-2003: past.; 2003-2011: past.; 2012: cana de açúcar.
16	Lav. 1 ano	1970-2011: past.; 2012: cana de açúcar.
17	Lav. 3 anos	1970-2007: past.; 2008-2011: cana de açúcar.
18	Lav. 6 anos	1970-2004: past.; 2005-2009: cana de açúcar; 2010: soja; 2011: cana de açúcar.
19	Lav. 11 anos	1970-2000: past.; 2001-2007: soja; 2008-2012: cana de açúcar
20	Lav. 20 anos	1970-1991: past.; 1992-2012: soja ou milho.
21	Lav. 20 anos	1970-1991: past.; 1992-2012: soja ou milho.
22	Lav. 25 anos	1970-1985: past.; 1986-2011: soja ou milho.
23	Lav. 26 anos	1970-1985: past.; 1986-2012: soja ou milho.
24	Lav. 31 anos	1970-1980: past.; 1981-2012: soja ou milho.
25	Lav. 32 anos	1970-1979: past.; 1980-2006: soja/milho; 2007-2012: cana de açúcar.
26	Lav. 32 anos	1970-1979: past.; 1980-2012: soja ou milho.
27	Lav. 33 anos	1970-1977: past.; 1978-2011: soja ou milho.
28	Lav. 34 anos	1970-1977: past.; 1978-2011: soja ou milho; 2012: cana de açúcar.

Em cada local, foram coletadas três amostras compostas de solo, obtidas através de três amostras simples, retiradas aleatoriamente em cada área, nas profundidades de 0-10 e 10-20 cm, usando um trado do tipo Holandês. Todas as análises químicas do solo (pH em água, Ca e Mg trocáveis, P e K disponíveis, H + Al, Al^{+3} , CTC, V e MOS, coletadas nestes estudo ou cedidas no banco de dados, foram realizadas de acordo com metodologia proposta pela Embrapa (1997).

2.3 Análises dos dados

Neste estudo, utilizou-se estatística descritiva e o teste t pareado para comparar os atributos químicos do solo entre áreas sob lavouras e pastagens, precedido pelo teste F para determinar se as amostras a serem comparadas apresentavam variâncias equivalentes ou não, definindo o modelo estatístico adequado a ser usado (MALTAS et al., 2007). Para caracterizar a variabilidade e qualidade agronômica do solo sob uso agropecuário em Quirinópolis e Gouvelândia, fez-se inicialmente uma análise descritiva com medidas de tendência central (média e mediana), medidas de máximo e mínimo e medidas de variabilidade dos dados (desvio padrão e coeficiente de variação) de cada atributo químico estudado das 1.437 análises químicas cedidas pela Agrovale. Em seguida, realizou-se a interpretação e classificação da qualidade agronômica destes atributos químicos do solo segundo Alvarez V. et al, (1999) em cinco diferentes grupos (muito baixo, baixo, médio, alto e muito alto), de acordo com a sua frequência de distribuição, em porcentagem (MOREIRA e FAGERIA, 2009).

Para comparação dos atributos químicos do solo utilizou-se o teste de Shapiro-Wilk, (RAZALI et al, 2011) para verificar a existência ou não de distribuição normal dos dados. Caso a distribuição dos dados não apresentasse normalidade, estes dados foram transformados com a função Box-Cox (SAKIA, 1992).

Todas as análises estatísticas foram feitas com o software PAST (HAMMER et al.,

2001).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 pH, acidez potencial e alumínio trocável do solo

Os valores de pH do solo obtidos do banco de dados do laboratório de solos da Cooperativa Agrovale não apresentaram distribuição normal dos dados com valores mínimos e máximos de 4,1 e 7,3, respectivamente, média e mediana idênticas (5,7) e coeficiente de variação de apenas 8,2%, (Tabela 2). Os valores de pH situaram na faixa de 4,3 a 6,2 encontrados por Lopes e Cox (1977) em amostras de solo coletadas sob vegetação original de Cerrado. A acidez potencial e o Al trocável apresentaram alta variabilidade dentro dos valores obtidos, e não seguiram uma distribuição normal (Tabela 2). Apesar da grande variabilidade, a concentração de Al trocável nos solos dos municípios estudados foi muito baixa, com uma pequena amplitude de 0,0 a 4,0 $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, além de média e mediana de apenas 0,2 e 0,1 $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, respectivamente, valores bastante inferiores aos encontrados por Lopes e Cox (1977) cuja concentração média de Al trocável foi de 0,56 $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$.

De acordo com as faixas de interpretação propostas por Alvarez V. et al., (1999), 48,6% das amostras de solo coletadas em Quirinópolis e Gouvelândia (Tabela 3) apresentaram pH adequado (5,5-6,0), faixa em que o Al trocável, tóxico para as plantas, está precipitado em formas inertes e a disponibilidade da maioria dos nutrientes é máxima (FARINA et al., 1980). Nas demais amostras, o pH do solo está acima (19,9%) ou principalmente abaixo (31,5%) do pH recomendável, o que pode afetar a disponibilidade de nutrientes para as culturas, principalmente para a soja e o milho. A acidez potencial do solo foi classificada entre muita baixa, baixa e média em 92,1% das amostras (Tabela 3), enquanto apenas 7,9% das amostras apresentaram acidez potencial elevada. Além disto, em 42,9% das 1.437 amostras de solo analisadas, não havia a presença de Al trocável, o que pode ser

consequência do tipo de solo da região e ou pela aplicação de calcário no passado nestas áreas.

Tabela 2. Estatística descritiva da fertilidade (n = 1.437) e textura do solo (n = 952) na camada de 0-20 cm de profundidade nos municípios de Quirinópolis e Gouvelândia, Goiás, Brasil.

Variáveis	pH água	MOS g kg ⁻¹	P g dm ⁻³	K g dm ⁻³	Ca	Mg	Al cmolc dm ⁻³	H + Al cmolc dm ⁻³	CTC	V %
Média	5,7	23,7	6,5	83,3	2,2	0,8	0,2	3,1	6,4	48,5
Mediana	5,7	23,0	3,7	51,9	2,0	0,7	0,1	3,0	6,2	49,3
Mínimo	4,1	3,0	0,2	3,7	0,2	0,1	0,0	0,0	2,2	5,4
Máximo	7,3	75,2	88,0	465,4	11,8	5,1	4,0	9,2	20,1	86,7
Desvio padrão	0,5	9,9	8,3	96,8	1,3	0,4	0,4	1,2	2,1	16,1
C.V. (%)	8,2	41,8	127,7	116,2	61,0	57,4	213	39,8	32,7	33,3
Shapiro-Wilk	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*

*Significante a 5% de probabilidade; MOS: matéria orgânica do solo; P: fósforo disponível; K: potássio disponível; Ca⁺²: cálcio trocável; Mg⁺²: magnésio trocável; Al⁺³: alumínio trocável; H⁺ + Al⁺³: acidez potencial; CTC: capacidade de troca de cátions a pH 7,0; V: saturação de bases (K⁺, Ca⁺², Mg⁺²), teste Shapiro-Wilk

Tabela 3. Classificação agronômica dos atributos químicos de amostras de solo (n = 1.437) na camada de 0 - 20 cm, após 40 anos de uso sob pastagens e ou lavouras nos municípios de Quirinópolis e Gouvelândia, estado de Goiás.

Classificação agronômica ^{1,2}	pH		MOS		P*		K		Ca	
	água	%	g kg ⁻¹	%	mg dm ⁻³	%	mg dm ⁻³	%	cmol _c dm ⁻³	%
Muito baixo	< 4,5	0,5	< 7,0	1,6	≤ 2,7	40,9	≤ 15	4,9	≤ 0,4	4,4
Baixo	4,5 – 5,4	31,0	7,0 – 20,0	38,1	2,8 – 5,4	22,8	>15 – 40	34,9	> 0,4 – 1,2	22,8
Médio	5,5 – 6,0	48,6	> 20 – 40	55,6	5,5 – 8,0	6,9	41 – 70	23,5	> 1,2 – 2,4	34,2
Alto	6,1 – 7,0	19,7	>40 – 70	4,7	8,1 – 12,0	9,9	71 – 120	19,5	> 2,4 – 4,0	29,3
Muito alto	> 7,0	0,2	> 70	-	>12	19,5	> 120	17,2	> 4,0	9,3

Classificação agronômica ^{1,2}	Mg		Al		H + Al		CTC		V	
	cmol _c dm ⁻³	%	cmol _c dm ⁻³	%	cmol _c dm ⁻³	%	cmol _c dm ⁻³	%	%	%
Muito baixo	≤ 0,15	0,8	≤ 0,2	78,1	≤ 1,0	1,7	≤ 1,6	-	≤ 20	3,5
Baixo	> 0,15 – 0,45	15,2	> 0,2 – 0,5	13,6	> 1,0 – 2,5	33,2	> 1,6 – 4,3	15,7	> 20 – 40	27,9
Médio	> 0,45 – 0,90	54,6	> 0,5 – 1,0	3,9	> 2,5 – 5,0	57,2	> 4,3 – 8,6	68,6	> 40 – 60	40,8
Alto	> 0,9 – 1,5	23,9	> 1,0 – 2,0	2,8	> 5,0 – 9,0	7,9	> 8,6 – 15,0	15,5	> 60 – 80	26,7
Muito alto	> 1,5	5,5	> 2,0	1,6	> 9,0	-	> 15,0	0,2	> 80	1,1

¹Classificação agronômica de acordo com Alvarez V. et al. (1999). ²A interpretação de cada atributo químico com os níveis mais adequados em que a maioria das plantas cultivadas apresenta máxima produção é discutida individualmente no texto. *para solos com concentração de argila superior a 600 g kg⁻¹; MOS: matéria orgânica do solo; P: fósforo disponível; K: potássio disponível; Ca⁺²: cálcio trocável; Mg⁺²: magnésio trocável; Al⁺³: alumínio trocável; H⁺ + Al⁺³: acidez potencial; CTC: capacidade de troca de cátions a pH 7,0; V: saturação de bases (K⁺, Ca⁺², Mg⁺²).

Comparando-se especificamente áreas sob lavoura e pastagens, não há diferenças significativas ($P < 0,05$) para pH do solo, seja na profundidade de 0 - 10 ou 10 - 20 cm assim como para a concentração de Al trocável, que é muito baixo em ambas as profundidades (Tabela 4), não constituindo como fator limitante para produção das culturas de interesse econômico. Os valores de acidez potencial, por sua vez, mostrou-se significativamente superior em áreas sob pastagens quando comparada com áreas sob lavouras, mas independente do uso da terra ou profundidade do solo, a acidez potencial é baixa (ALVAREZ V. et al, (1999).

Tabela 4. Atributos químicos do solo entre áreas sob pastagens (n = 13) e áreas sob lavouras (n = 15) em duas profundidades nos municípios de Quirinópolis e Gouvelândia, estado de Goiás.

Profund. cm	pH água		MOS g kg ⁻¹		P g dm ⁻³		K g dm ⁻³		Ca cmol _c dm ⁻³	
	Past.	Lav.	Past.	Lav.	Past.	Lav.	Past.	Lav.	Past.	Lav.
0 – 10	5,7aA	5,8aA	23,1aA	17,3bA	5,1bA	10,4aA	73,4aA	38,7bA	2,5aA	2,5aA
10 – 20	5,7aA	5,8aA	19,4aB	14,8bB	3,3bA	6,7aB	57,1aB	29,9bB	2,1aB	2,1aB
	Mg cmol _c dm ⁻³		Al cmol _c dm ⁻³		H + Al cmol _c dm ⁻³		CTC cmol _c dm ⁻³		V %	
	Past.	Lav.	Past.	Lav.	Past.	Lav.	Past.	Lav.	Past.	Lav.
0 – 10	0,8aA	0,8aA	0,1aA	0,1aA	2,5aA	1,9bA	6,0aA	5,4bA	54,0bA	60,2aA
10 – 20	0,7aA	0,7aA	0,03aA	0,04aA	2,5aA	1,8bA	5,5aB	4,7bB	54,1bA	60,2aA

Médias seguidas de mesmas letras maiúsculas nas colunas ou minúsculas nas linhas não diferem estatisticamente, pelo teste de t, a 5% de probabilidade. Past.: pastagem; Lav.: lavoura (soja, milho ou cana de açúcar); MOS: matéria orgânica do solo; P: fósforo disponível; K: potássio disponível; Ca⁺²: cálcio trocável; Mg⁺²: magnésio trocável; H⁺ + Al⁺³: acidez potencial; CTC: capacidade de troca de cátions a pH 7,0; V: saturação por bases (SB/CTC)/100

Vendrame et al. (2010), analisando a fertilidade de Latossolos em duas regiões do Cerrado, chegaram a resultados semelhantes, em que a acidez e a concentração de Al trocável do solo não são fatores limitantes para o crescimento das gramíneas plantadas, possivelmente

em função do efeito da calagem em períodos que essas áreas foram cultivadas com culturas anuais de grãos.

O uso de calcário como uma prática tradicional e amplamente utilizada, pode explicar os valores de pH relativamente altos para solos dos municípios estudados, assim como para as baixas concentrações de Al trocável em relação aos solos do Cerrado sob vegetação natural (DEMATTE e DEMATTE, 1993). Além disto, nota-se que a acidez dos solos em Quirinópolis e Gouvelândia é consequência principalmente da presença do hidrogênio (H) e não do Al trocável, contrastando com os resultados esperados para solos de Cerrado (QUAGGIO et al. 1982), sugerindo uma influência da mineralogia e material de origem na reação destes solos (KERR, 1997).

3.2 Matéria orgânica do solo

A concentração da MOS obtidos do banco de dados do laboratório de solos da Cooperativa Agrovale apresentou elevada variabilidade, com valores mínimos e máximos entre 3,0 e 75,0 g kg⁻¹, apesar de a média (23,7 g kg⁻¹) e a mediana (23,0 g kg⁻¹) serem próximas, não havendo distribuição normal dos dados (Tabela 2). Estes valores são mais amplos do que os encontrados por Lopes e Cox (1977), que variaram entre 7,0 e 60,0 g kg⁻¹, mas com média similar (22,0 g kg⁻¹) e compatíveis com as médias observadas por Demattê e Demattê (1993) e Tognon et al. (1998) em Latossolos do Cerrado.

De acordo com a classificação de Alvarez V. et al., (1999), 39,7% das amostras de solo apresentaram concentrações muito baixas ou baixas de MOS, com a maior parte dos solos analisados (55,6%) situando-se na classificação média (Tabela 3). Em áreas sob pastagens, seja na profundidade de 0 - 10 ou 10 — 20 cm, a concentração de MOS é significativamente ($P < 0,05$) superior em comparação às áreas sob lavoura (Tabela 4). Em função da grande produção de biomassa pela parte aérea e sistema radicular das gramíneas

plantadas, principalmente espécies do gênero *Urochloa sp*, que largamente predominam nos municípios estudados, o não revolvimento do solo e o efeito protetivo da MOS em função do elevado teor de argila dos solos da região, tendem a manter (PIGNATARO NETO et al, 2009; ROSCOE et al., 2001) ou a aumentar (SILVA et al., 2004) a concentração de MOS em áreas de pastagens. Por outro lado, como o plantio direto começou a ser utilizado na região apenas no início dos anos 2000, pode ter ocorrido uma tendência de diminuição da concentração de MOS em áreas sob lavouras em função da intensidade de revolvimento do solo para plantio, com gradagens pesadas no passado e processos severos de erosão laminar, quando comparado com solos sob vegetação original, reflorestamento ou pastagens onde esta movimentação do solo é mínima ou inexistente (MARCHIORI JUNIOR, et al., 2000; ARAÚJO et al., 2007; PULROLNIK et al., 2009).

3.3 Fósforo e potássio disponíveis

Os dados de P e K disponíveis obtidos do banco de dados do laboratório de solos da Cooperativa Agrovale não possuem distribuição normal. Ao contrário da concentração de Al trocável, o P e K disponíveis apresentam a maior variabilidade entre os atributos químicos do solo estudados em Quirinópolis e Gouvelândia, com coeficientes de variação de 127,7% e 116,2% respectivamente (Tabela 2). A concentração de P disponível no solo variou entre um mínimo de 0,2 e um máximo de 88 mg dm⁻³ enquanto a concentração de K variou entre 3,7 e 465 mg dm⁻³. Nos municípios estudados, as pastagens em geral não são adubadas com fertilizantes químicos como o NPK. Estes solos com pastagens são fertilizados apenas quando estas áreas são eventualmente rotacionadas com lavouras, com a aplicação de adubação NPK dimensionada para atender a demanda por nutrientes pela soja ou pelo milho. A aplicação a cada ciclo de cultivo de fertilizantes nitrogenados (este com exceção da soja) fosfatados e potássicos é praticamente obrigatório nas lavouras de soja, milho e cana de açúcar, dada a exigência destas culturas e a baixa disponibilidade de nutrientes dos solos da região. Além

disto, áreas sob cana de açúcar e culturas anuais próximas às usinas de açúcar e etanol, são adubadas com grandes quantidades de vinhaça anualmente, que possui alta concentração de K (MASCARENHAS et al, 1994), resultando em aumentos expressivos na disponibilidade deste nutriente no solo (BARROS et al., 2010). Assim, em 166 amostras de solo (11,5%) dentro das 1.437 amostras do banco de dados do laboratório de solos da Cooperativa Agrovale analisadas, apresentaram concentração de K acima de 150 mg dm^{-3} , valor a partir do qual, não se recomenda sua aplicação (KORNDÖRFER et al. 1999).

Estas discrepâncias nas concentrações de P e K disponíveis no solo nos municípios estudados estão, possivelmente, relacionadas com a aplicação de grandes quantidades vinhaça e fertilizantes sólidos em poucas áreas e a não aplicação ou aplicação em quantidades inadequadas nas demais áreas, incluindo possivelmente lavouras. Desta forma, em 63,7% das amostras de solo, a concentração de P disponível é classificada como baixa e muito baixa e em 29,4% em alta ou muito alta (Tabela 3). Para o K, em 39,8% das amostras de solo, a concentração deste nutriente está classificada como baixa e muito baixa e em 36,7% como alta ou muito alta, refletindo o uso de formulados nas lavouras e principalmente o uso de vinhaça como fertilizante.

Comparando-se áreas de pastagens com áreas de lavouras, estas últimas apresentam concentração de P significativamente ($P < 0,05$) superiores, no entanto sob ambas as atividades agrícolas a disponibilidade deste nutriente está abaixo do ideal (Tabela 4) recomendado por Alvarez V. et al., (1999), reforçando a ideia de não aplicação ou a aplicação de subdosagens de fertilizantes fosfatados. Em relação ao K, o resultado é o inverso, onde áreas de pastagens apresentam concentração significativamente ($P < 0,05$) inferior às áreas de lavouras (Tabela 4). No caso de Quirinópolis e Gouvelândia, as áreas de pastagens, quando rotacionadas com lavouras, principalmente de soja e milho, recebem a aplicação de fertilizantes NPK, cujo efeito residual pode permanecer quando novamente nesta mesma área, a pastagem é reintroduzida. Como o K pode ser perdido facilmente do sistema por lixiviação (WERLE et

al., 2008) e erosão (BERTOL et al., 2007), pode-se especular, que, analogamente ao que ocorre com a MOS, áreas sob pastagens tenham maior capacidade de evitar perdas deste nutriente. Além disto, uma mesma área pode ser cultivada por décadas com soja e milho continuamente, favorecendo a exportação de nutrientes. A soja, por exemplo, pode exportar até 60 kg ha^{-1} de K por safra (FRANCISCO et al, 2007). Portanto, se a adubação potássica não for corretamente dimensionada, de acordo com as exigências das culturas, levando em consideração as perdas para o ambiente e a exportação do nutriente, pode ocorrer depleção de K no solo, o que parece ser o caso das áreas de lavoura de soja e milho, nos municípios estudados.

3.4 Cálcio e magnésio trocáveis

A concentração mínima e máxima de Ca e Mg trocáveis obtidos do banco de dados do laboratório de solos da Cooperativa Agrovale variaram de 0,2 a 11,8 e de 0,1 a 5,1 $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, respectivamente, com coeficientes de variação de 61,0 e 57,4%, não havendo distribuição normal dos dados dentro das amostras avaliadas (Tabela 2). De acordo com a classificação de Alvarez V. et al. (1999), em 61,4% das amostras, o Ca trocável apresenta concentração no solo abaixo do ideal para a maioria das plantas cultivadas ($< 2,41 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$), enquanto para o Mg trocável, 70,6% das amostras ($< 0,9 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$) se enquadram nesta situação (Tabela 3). Lopes e Cox (1977), verificaram para o Cerrado nativo, que em 96% das amostras de solo coletadas, a concentração de Ca trocável foi de até $1,5 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ enquanto para o Mg, 90% das amostras apresentavam até $0,5 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, consideradas de acordo com classificação daqueles autores, abaixo das concentrações críticas recomendadas para cultivo.

Comparando-se áreas sob lavouras e pastagens as concentrações de Ca e Mg, não há diferenças significativa ($P < 0,05$) para estes dois nutrientes nos diferentes usos do solo (Tabela 4). Observando o conjunto destes resultados, depreende-se que há grande tendência para ocorrer deficiência nutricional de Ca e Mg, apesar de uma possível aplicação de calcário

antes do cultivo com lavouras destas áreas. Vendrame et al. (2010) concluíram que apesar da acidez e concentração de Al trocável do solo não constituírem fatores limitantes à produção agrícola, em 42% das amostras de solo coletadas Latossolos sob pastagens, a concentração de Ca trocável estava abaixo de $1,0 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, nível crítico deste nutriente para pastagens. Por outro lado, os resultados obtidos são contrastantes com os observados por Souza e Alves (2003), em que áreas de Latossolo Vermelho sob cultivo com grãos, cuja concentrações de Ca e Mg no solo foram até sete vezes superiores em relação aos solos sob vegetação de Cerrado e pastagens, em função da calagem. No caso do presente estudo, uma possível explicação para este resultado é que os produtores possivelmente estejam aplicando calcário calcítico, originalmente com baixa concentração de Mg, em quantidades inadequadas e ou em intervalos de tempo muito grandes entre estas aplicações, ou simplesmente não há calagem de forma alguma, principalmente em áreas de pastagens.

3.5 Capacidade de trocas de cargas e saturação por bases

Assim como os demais atributos químicos do solo analisados, a CTC e a saturação de bases obtidos do banco de dados do laboratório de solos da Cooperativa Agrovale apresentaram alta variabilidade com valores mínimos e máximo de 2,2 a $20,1 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ e 5,4 e 84,7%, respectivamente (Tabela 2) e os dados não possuem distribuição normal. A CTC média dos solos é de $6,4 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, semelhante aos dados observados por Souza e Alves (2003) em um Latossolo Vermelho do Cerrado, mas muito abaixo dos valores médios observados por Adámoli et al, (1986), que variaram de 11,4 a $13,9 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ também para Latossolos Vermelhos. Verificou-se que 68,6% das amostras de solo possuem CTC classificada como média, variando entre 4,3 e $8,6 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, e em apenas 0,2 % foi classificada como muito alta, ou seja, acima de $15 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ (Tabela 3). A CTC dos solos estudados é originalmente baixa, resultado de sua mineralogia, composta por óxidos de ferro e alumínio em forma cristalina ou amorfa, altamente intemperizados, com baixa capacidade

de produzir cargas negativas (FERREIRA et al., 1999; DEMATTÊ e DEMATTÊ, 1993), cuja existência de tais cargas negativas é largamente dependente da concentração de MOS (RAIJ, 1969).

A saturação por bases foi, em média de 48%, valores esperados para os tipos de solo predominantes na região (ADÂMOLI et al., 1986) mas muito mais alta em comparação a outros tipos de solos do Cerrado que ocupam grandes extensões neste ecossistema, tais como os Latossolos Vermelho-Amarelos e Argissolos Vermelho-Amarelos, onde a saturação da CTC por Al trocável tende a prevalecer (ADÂMOLI et al., 1986; LOPES e COX (1977). Em adição, a saturação por bases foi classificada como muito baixa ou baixa em apenas 31,4% das amostras, enquanto 67,5% das amostras apresentavam saturação por bases variando entre 40 e 80%, ideal para a maioria das plantas cultivadas seguindo os critérios descritos por Alvarez V. et al. (1999).

Analisando-se áreas sob pastagens e lavouras, não há diferença significativa ($P < 0,05$) na saturação de bases entre estes dois tipos de uso da terra (Tabela 4). Em razão da CTC dos solos estudados ser originalmente baixa e dependente da MOS, o aumento de sua saturação por bases pode ocorrer facilmente, inclusive em áreas de pastagem, que, eventualmente, são cultivadas com soja e ou milho, quando fertilizadas e corrigidas com calcário, permanecendo o efeito residual destas adubações. A CTC do solo, por sua vez, é maior em áreas de pastagens, como resultado das maiores concentrações de MOS neste tipo de uso do solo, tanto na profundidade de 0 - 10 cm quanto na profundidade de 10 - 20 cm (SILVA et al, 1994).

4. CONCLUSÕES

A concentração de nutrientes nos solos apresentou grande variabilidade, independente do uso agropecuário, destacando-se o P e o K;

Os solos analisados mostraram forte desbalanço na concentração de nutrientes, com

excesso principalmente de K em poucas amostras e deficiência generalizada de Ca e Mg;

O pH e o Al trocável não são fatores limitantes para a produção vegetal;

Em geral, os solos de Quirinópolis e Gouvelândia apresentam baixa fertilidade em relação a seus atributos químicos, podendo constituir em importante fator limitante para a produção vegetal.

Capítulo

3

**IDADE, ESPÉCIES E COBERTURA DO SOLO PELA GRAMÍNEA
PLANTADA EM DOIS MUNICÍPIOS DO CERRADO BRASILEIRO**

1. INTRODUÇÃO

A produtividade média de carne no Brasil é muito baixa, de apenas 31 kg ha ano⁻¹ enquanto em sistemas tecnificados produz-se até 230 kg ha ano⁻¹ (KICHEL et al., 1999). Na produção de leite, a situação não é diferente, pois em 89% das 1,29 milhões de propriedades de produção leiteira do Brasil, responsáveis por 32,8% da produção nacional e 61,8% das vacas ordenhadas, a produtividade média é inferior a 623 L ano⁻¹ por vaca ordenhada. Por outro lado, em propriedades que usam mais tecnologia, incluindo genética animal e alimentação adequada, representam 1% das fazendas leiteiras brasileiras e 11% das vacas ordenhadas, mas fornecem 30% do leite consumido no país, com produtividade superior a 3.000 L ano⁻¹ por vaca ordenhada (ASSIS et al., 2005).

Grande parte da baixa produtividade de carne e leite no Brasil em geral, e no Cerrado em particular, pode ser explicada por duas causas principais. A primeira é a interação da genética animal com o ambiente e a segunda, é a degradação de pastagens, por limitar fortemente a produção de forragem, comprometendo a alimentação dos animais e sua capacidade de produzir leite e carne. Acredita-se, por exemplo, que até 80% das pastagens do Cerrado brasileiro encontram-se degradadas ou possuem algum grau de degradação (VIEIRA e KICHEL, 1995; BARCELLOS, 1996, MACEDO, 2000), o equivalente a 170 milhões de hectares, considerando um rebanho de 220 milhões de cabeças e lotação média de um animal por hectare. A degradação de pastagem, por sua vez, está relacionada com o uso de gramíneas inadequadas para uma determinada condição edafoclimática, incidência de pragas e doenças, infestação por plantas daninhas e sobrepastejo (VIEIRA e KICHEL, 1995; KICHEL et al., 1999), além de sua idade. No Cerrado, o predomínio de solos ácidos e com baixa fertilidade natural (CORREA e REICHARDT, 1995), aliado a não aplicação de corretivos e fertilizantes, ou uso de quantidades incorretas, também contribuem fortemente para o declínio da produção de forragem pelas pastagens (MARTHA JUNIOR e VILELA, 2002). O resultado final destas

diferentes fontes de degradação são um aumento na presença de plantas daninhas e solo descoberto e redução da área coberta pela gramínea plantada (MULLER et al., 2001), diminuindo não apenas a capacidade de estoque de animais por área, mas também a capacidade do gado em transformar o alimento ingerido em leite e carne pela inexistência de forragem em quantidade adequada. Assim, além de obter baixo rendimento financeiro por hectare (YOKOYAMA et, 1999), a pecuária no Cerrado demanda extensas áreas de terra para manter-se viável economicamente, o que por sua vez, acaba estimulando o desmatamento.

A forma mais evidente, e amplamente utilizada pelos produtores rurais para determinar o grau de degradação de uma pastagem e a necessidade de recuperá-la ou reformá-la, é feita empiricamente, baseada na proporção da cobertura do solo pela gramínea plantada e plantas daninhas. Isso acontece porque a proporção de uma área coberta pela gramínea está diretamente relacionada com a produção de forragem para o gado e portanto, pode ser considerada a forma mais útil para se medir e estabelecer critérios do grau de degradação de um pasto (McIVOR, 2001). Silburn et al. (2011), estabeleceu que uma cobertura do solo em pastagens de pelo menos 50%, é crítica para evitar a erosão do solo e degradação física da área. Para Jones et al. (1995), pastagens com até 70% de cobertura do solo por gramíneas estão no limite para serem consideradas degradadas.

Considerando que a capacidade de rebrota, crescimento e resiliência das gramíneas é o resultado final da qualidade do manejo corrente e pretérito de uma área de pastagem, mensurar a cobertura da gramínea plantada é uma das ferramentas mais importantes para se estabelecer os limites abaixo dos quais uma pastagem está degradada ou em processo de degradação. Assim, o objetivo deste estudo é fazer um levantamento das espécies, idade e cobertura do solo pela gramínea plantada como subsidio para estimar a degradação de pastagens em dois municípios do Cerrado brasileiro, como um estudo de caso.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Local do estudo

O estudo foi realizado nos municípios de Quirinópolis e Gouvelândia (Q&G), localizados no Sudoeste Goiano (Fig. 1), que possuem somados, 270.000 ha de pastagens (IBGE, 2016), e compartilham o mesmo clima, solos e topografia plana, dominada por Latossolos Vermelhos e Argissolos Vermelho-Amarelo (IBGE, 2001). O clima é classificado como Aw (tropical com estação seca no inverno), de acordo com a classificação de Köppen, apresentando uma estação quente e chuvosa entre outubro e março e um inverno de temperaturas amenas e seco (abril a setembro). A temperatura média anual varia entre 20 e 22 °C (INMET 2012) e precipitação anual é de 1.700 ± 200 mm.

2.2 Quantificação da cobertura vegetal

A medida das proporções de cobertura do solo pela gramínea plantada, plantas daninhas, além do solo exposto, em áreas de pastagens foi realizado nos meses de maio e junho, imediatamente após a estação chuvosa, quando os pastos estavam verdes.

Os municípios estudados estão divididos informalmente, em sete sub-regiões: Sete Lagoas, Confusão do Rio Preto, Guaruirobas, Serra da Fortaleza, Paredão, Salgado e Castelo. Para se capturar maior diversidade de pastagens, escolheu-se aleatoriamente uma propriedade em cada uma destas sub-regiões e pelo menos mais duas propriedades próximas para a amostragem. Ao final, foram amostradas 32 áreas sob pastagens em 23 propriedades diferentes, considerando-se como uma pastagem para amostragem, aquela cuja área está delimitada por cercas em que foi plantada uma mesma espécie de gramínea. Assim, em alguns locais, mais de uma pastagem foi amostrada dentro de uma mesma propriedade.

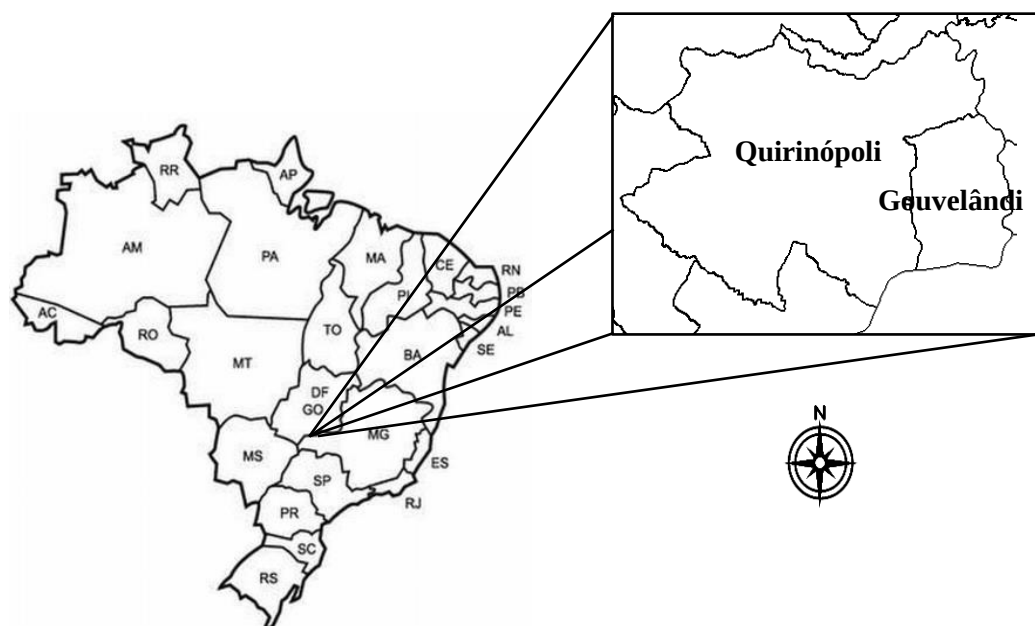


Figura 1. Localização dos municípios de Quirinópolis e Gouvelândia, Goiás, Brasil.

Para estimar a área de uma pastagem coberta por gramínea, plantas daninhas ou sem cobertura (solo nú), utilizou-se um quadrante construído com tubos de ferro galvanizado (Fig. 2), com tamanho de $1,0 \times 1,0$ m e subdividido em 100 quadrados menores com de 10×10 cm (100 cm^2), seguindo metodologia proposta por Whalley e Hardy (2000) e Bonham et al. (2004). Em cada pastagem, o quadrante foi colocado aleatoriamente, com um mínimo de dez e um máximo de 30 amostragens por área, dependendo do tamanho da área com pastagem (PENATI et al, 2005), respeitando-se uma distância mínima de 10 m de árvores, estradas, cercas, margens de rios/córregos e abrigos de gado. Após o quadrante ser posicionado no local da amostragem, foram contados o número de quadrados onde predominam a gramínea, plantas daninhas ou solo descoberto. Como cada quadrado de 10×10 cm equivale a 1% do quadrante, obtêm-se a porcentagem de área coberta pela gramínea plantada, plantas daninhas e solo descoberto, que posteriormente foi extrapolado, para toda aquela pastagem amostrada. Uma pastagem amostrada consistia de uma área (parcela) delimitada por cercas, com

atividade pecuária, em que foi plantada uma mesma espécie de gramínea. Assim, diferentes pastagens poderiam ser amostradas dentro de uma mesma propriedade, desde que suas áreas estivessem claramente separadas por cercas. As pastagens avaliadas possuíam área variando entre três e 120 hectares onde, dependendo da área, foram feitas no mínimo dez amostragens (áreas menores) com o quadrante e um máximo de 30 (áreas maiores). Determinou-se ainda, idade de cada pastagem amostrada quando possível, e a espécie de gramínea plantada. No total, foram realizadas 612 amostragens com o quadrante metálico, que somaram 1.271 ha nas 32 pastagens avaliadas.

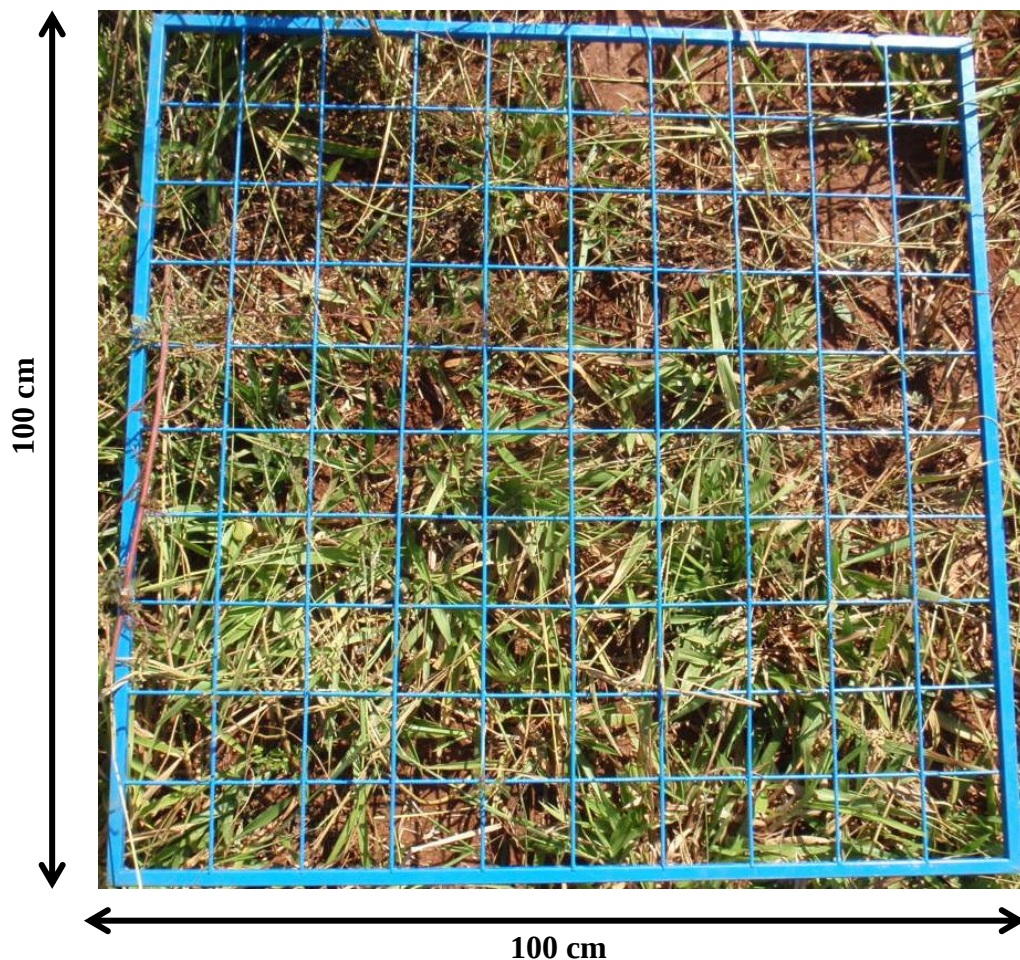


Figura 2. Quadrante metálico com 100 x 100 cm (1 m²), dividido em 100 quadrados de 10 x 10 cm utilizado para estimar a área coberta por gramínea, plantas daninhas e solo descoberto em pastagens.

Foi estabelecido que pastagens com cobertura por gramínea inferior a 50% estão definitivamente deterioradas, exigindo seu replantio, enquanto em áreas que apresentem entre 50 e 70% de cobertura, estão ainda em processo de degradação, e podem ser recuperados com medidas menos drásticas, como a aplicação de fertilizantes e pousio (JONES et al., 1995; McIVOR, 2001; SILBURN et al., 2011).

2.3 Análise dos dados

Neste estudo, são investigadas, analisadas e discutidas tendências nos dados coletados através de distribuições de frequência, correlações e regressões (MALTAS et al., 2007). Foram realizadas análises de regressão entre a porcentagem do solo coberto por gramínea, plantas daninhas e solo descoberto e a idade da pastagem, correlações entre solo descoberto x plantas daninhas; solo descoberto x gramínea e gramínea x plantas daninhas e a distribuição da frequência acumulada da cobertura do solo por gramínea, plantas daninhas e solo descoberto. As análises estatísticas (correlações e regressões) foram realizadas através do software PAST, versão 3.15 (HAMMER et al., 2001).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em 63% das 32 pastagens amostradas, a gramínea plantada era a *Brachiaria brizantha* cv. *Marandu*, seguida pela *Brachiaria decumbens* (13,7%), *Andropogon gayanus* (9,3%), *Panicum maximum* cv. *mombaça* (7,3%), *Panicum maximum* cv. *massai* (4,0%), e *Panicum maximum* cv. *tanzania* (2,7%). A *B. brizantha* é resistente à cigarrinhas-das-pastagens, possui tolerância ao frio, à seca e ao fogo, apresenta alta produção de forragem e adaptabilidade em diferentes condições edafoclimáticas, apesar de exigir solos bem drenados e de média a alta fertilidade (NUNES et al., 1984). Esta espécie apresenta ainda maior disponibilidade de sementes no mercado local e preços mais baixos em comparação com outras gramíneas. Por

isto, a *B. brizantha* predomina não apenas na região estudada, mas também em mais de 50% das pastagens brasileiras (DIAS-FILHO e ANDRADE, 2005; MACEDO, 2005).

Das 27 pastagens amostradas com idade conhecida, 19 apresentavam até 10 anos desde sua implantação, depois de rotacionadas com lavouras de soja e ou milho, e as demais tinham mais de 17 anos. Isto sugere que 10 anos é a idade máxima onde a maioria das pastagens da região é rotacionada com lavouras, possivelmente por ser percebida pelo produtor como degradada e incapaz, portanto, de manter o estoque animal pela baixa capacidade de produção de forragem. Além disto, não foram encontradas pastagens com mais de 10 e menos de 17 anos, pois, aparentemente, parte dos produtores mantém suas pastagens por décadas, percebidas como degradadas ou não. Estas observações estão de acordo com o estudo de Costa e Rehman (1999) em que estes autores concluíram que o gado é o patrimônio mais importante para os fazendeiros brasileiros, e que, portanto deve ter seu número mantido e aumentado, independente da capacidade de estoque da pastagem e ou do seu grau de degradação. Se o produtor não tem área suficiente para manter o rebanho durante o período necessário de plantio de lavoura para recuperar uma determinada pastagem, ele opta por não se desfazer do rebanho e manter o pasto independente de sua capacidade de estoque e produção de forragem. Outra suposição, ao analisar estes dados sobre a idade das pastagens, é a ocorrência de alguma situação no passado recente, como a disponibilização de recursos para renovação das pastagens ou uma maior demanda por soja, que sua vez expandiu-se sobre estas áreas.

Em relação à área coberta com a gramínea plantada, esta tende a diminuir com o avanço da idade da pastagem (Fig. 3a), enquanto a área coberta por plantas daninhas aumenta, principalmente em pastos com 17 ou mais anos (Fig. 3b) e a área de solo descoberto permanece estável com o tempo, sem apresentar qualquer tendência de expansão ou redução (3c). Em adição, verificou-se uma correlação estatisticamente significativa, forte e negativa entre o declínio da cobertura da pastagem, independente da espécie de gramínea plantada, e o

aumento da área coberta por plantas indesejáveis (Fig. 4a).

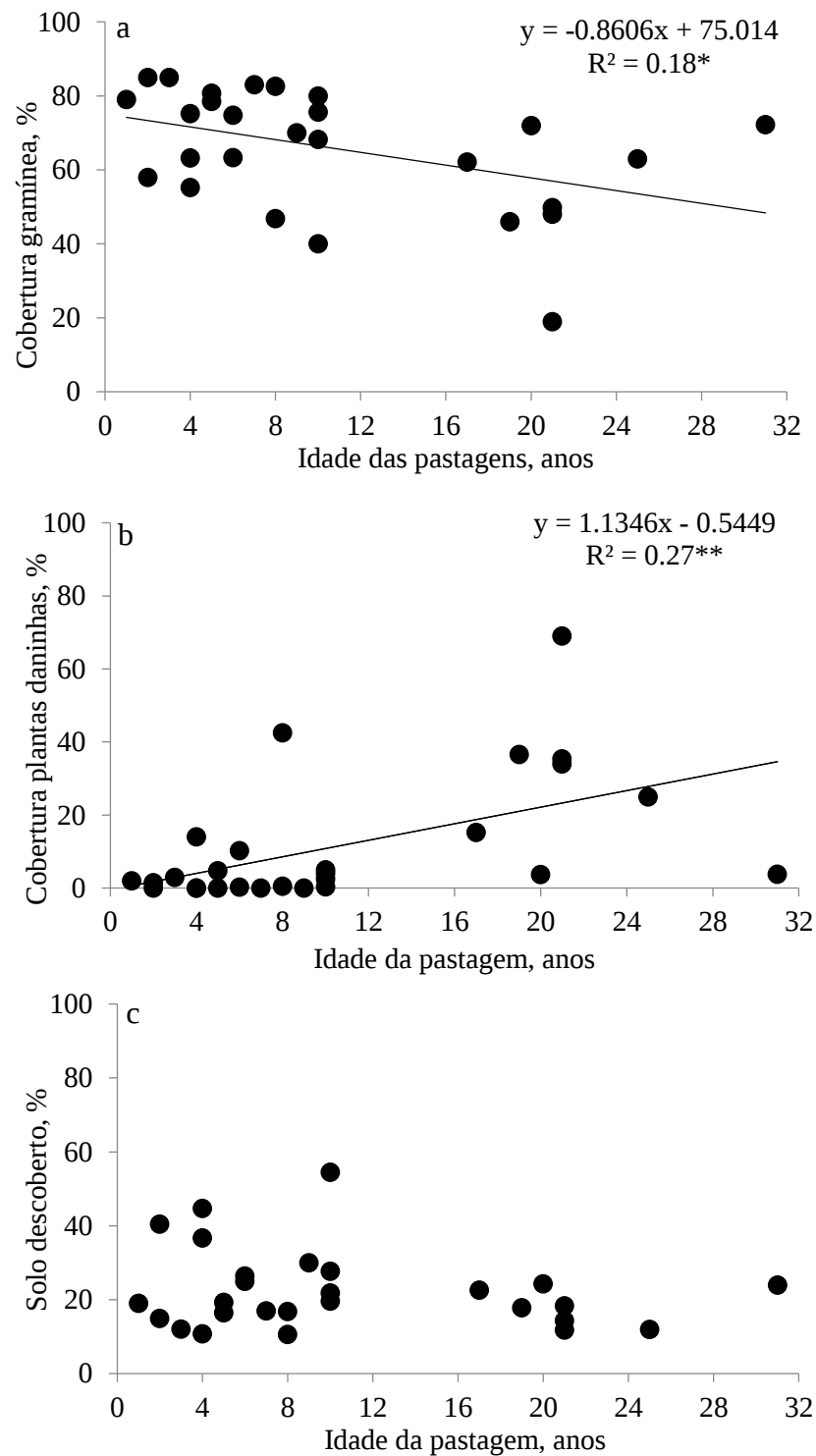


Figura 3. Regressões entre a porcentagem do solo coberto por gramínea (a), plantas daninhas (b) e solo descoberto (c) com a idade da pastagem, em 27 locais nos municípios de Quirinópolis e Gouvelândia, Goiás, Brasil.

Ou seja, com o tempo, a gramínea tende a ser substituída por plantas daninhas, diminuindo a produção de forragem para o gado, com consequente perda na capacidade de estoque da pastagem e diminuição da produção de carne e leite. Nas pastagens amostradas mais afetadas por este problema, a gramínea plantada foi largamente substituída principalmente pela grama cuiabana (*Paspalum notatum* sp) como é popularmente conhecida na região. *P. notatum* pode se tornar uma planta daninha bastante comum em pastagens no Cerrado. É uma espécie muito pouco palatável para o gado, com baixa capacidade de produção de forragem, mas altamente resistente ao pisoteio animal, tolerante a secas e adaptada a solos ácidos e pouco férteis (KISSMANN, 1997). Seu controle, na região estudada, é difícil e oneroso, sendo possível apenas com a rotação da pastagem com lavouras.

Apesar da grande importância dada a infestação de plantas daninhas como causa de degradação de uma pastagem e consequente perda de capacidade de produção de forragem para o gado, por substituir a gramínea plantada (DiTOMASO, 2000), isto parece ser um fator limitante secundário para o estoque de gado, quando comparado com a área de solo descoberto, no caso dos municípios estudados. Assim, por exemplo, metade das pastagens avaliadas apresentavam 20% ou mais de solo descoberto (Fig. 5c).

No campo, observa-se que a presença de áreas descobertas em pastagens é majoritariamente consequência da maneira como o plantio das sementes da gramínea é feito na região. Tradicionalmente, o replantio da pastagem ocorre após a rotação com lavouras de soja e milho. Com a adoção do plantio direto na região desde os anos 2000, o preparo do solo com aração e ou gradagens foi descontinuado, e as sementes de gramínea são plantadas em linha, mecanicamente, com pelo menos 50 cm de distância entre elas (mesma regulagem da semeadora para plantio de soja) e não mais a lança com posterior incorporação no solo, como no passado.

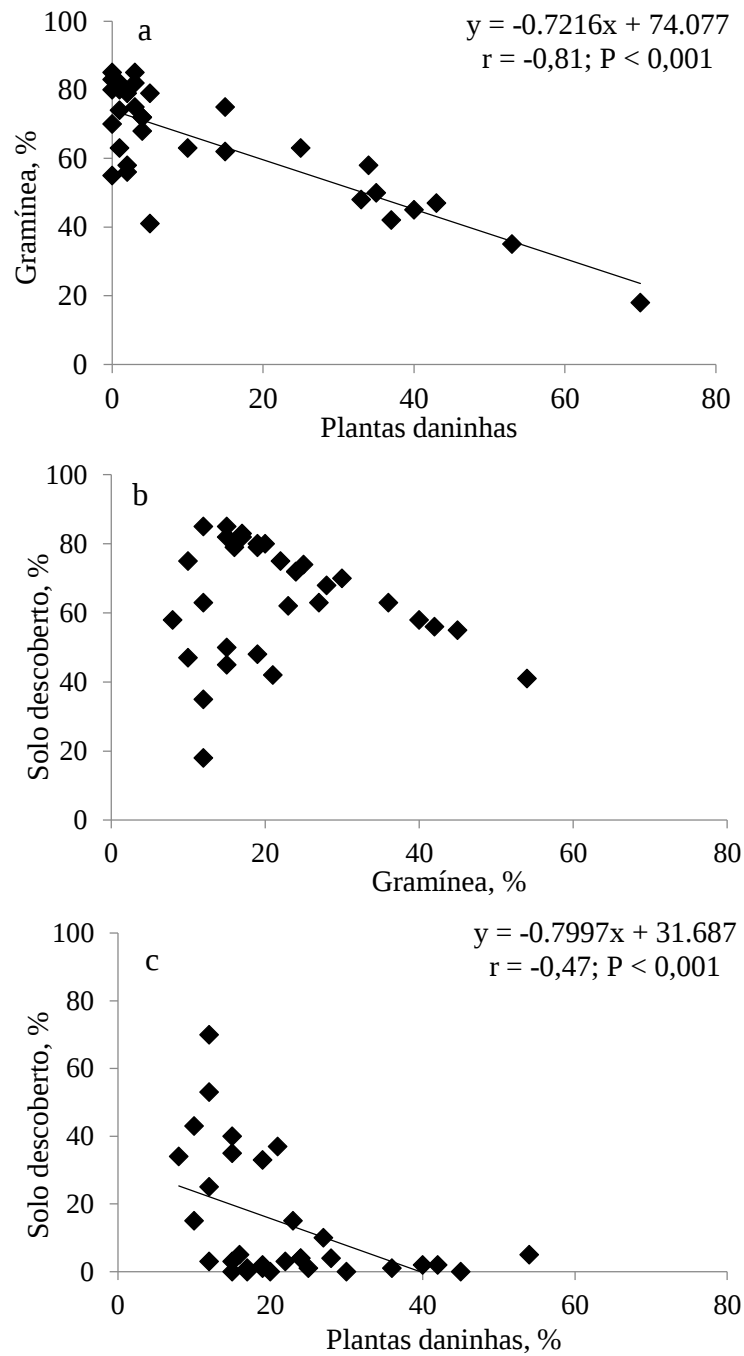


Figura 4. Correlações entre gramínea x plantas daninhas (a); solo descoberto x gramínea (b) e solo descoberto x plantas daninhas (c) em 32 áreas de pastagens (n= 32) nos municípios de Quirinópolis e Gouvelândia, Goiás, Brasil.

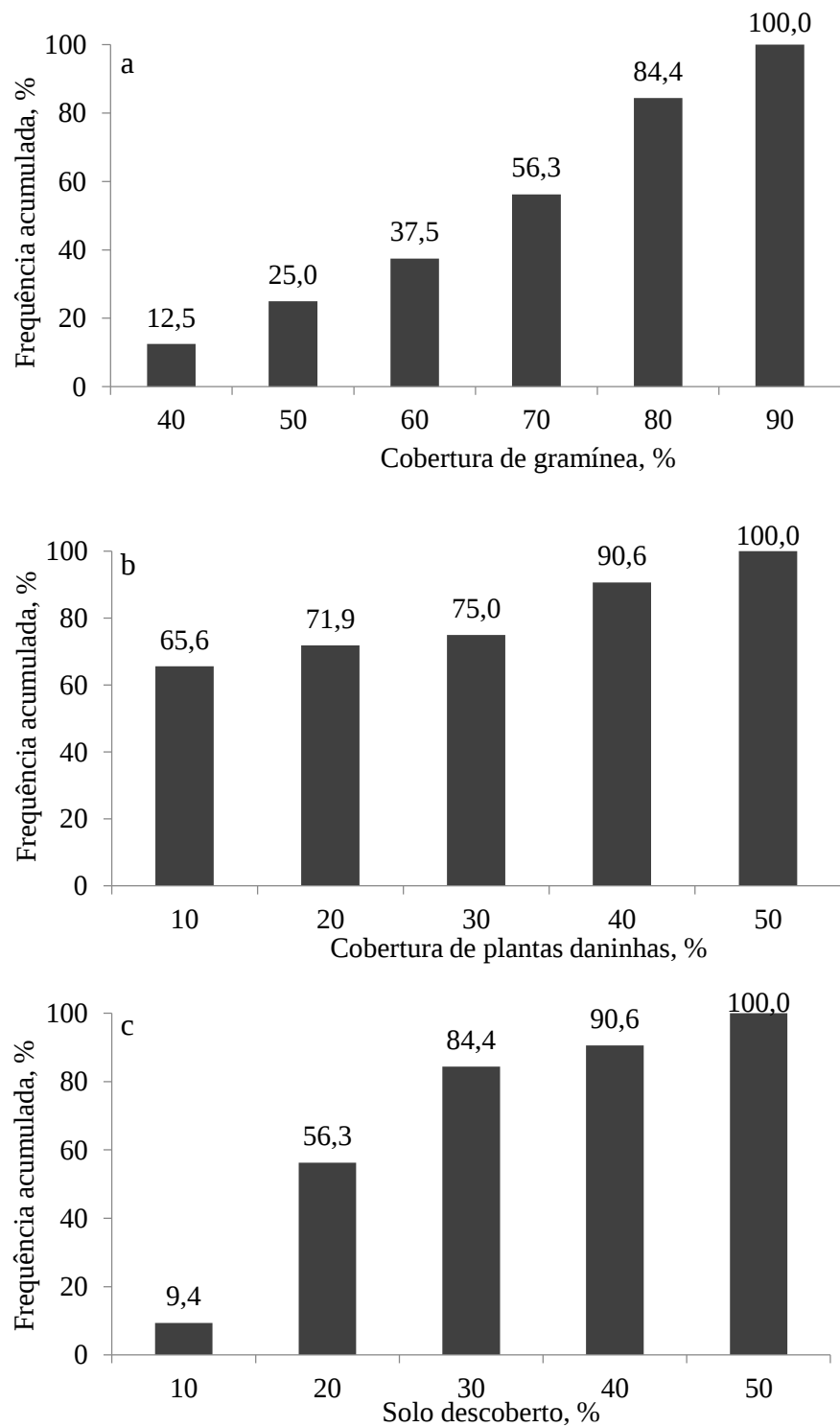


Figura 5. Distribuição da frequência acumulada da cobertura do solo por gramíneas, plantas daninhas e solo descoberto em áreas de pastagens (n = 32) nos municípios de Quirinópolis e Gouvelândia, Goiás, Brasil.

Verificou-se ainda durante o trabalho de campo, que grandes e diferentes áreas com pastagens nos municípios estudados são utilizadas para produção de sementes de gramínea a cada ano, para depois serem pastejadas. Nestas áreas, para que seja possível a colheita mecanizada das sementes com os equipamentos disponíveis, o plantio da gramínea é feito em linhas com pelo menos 80 cm de distância entre elas, o que aumenta grandemente a presença de solo descoberto. Em adição, gramíneas dos gêneros *Panicum* e *Andropogon*, que ocupam 25% das pastagens em Quirinópolis e Gouvelândia, tem hábito de crescimento cespitoso, com a formação de touceiras compactas, pouco se espalhando horizontalmente após o plantio, deixando grandes áreas sem cobertura vegetal.

Conforme o gado se movimenta sobre o solo descoberto, forma-se uma camada superficial compactada, que pode ser ainda mais adensada com o impacto das gotas de chuva, diminuindo a sua porosidade e comprometendo o crescimento das raízes, além da brota e rebrota ou ainda a germinação de novas sementes da gramínea plantada (HOLL, 1999; MÜLLER et al., 2004; PIETOLA et al., 2005). Desta forma, uma vez plantado, a gramínea não tem capacidade de cobrir a área de forma satisfatória, diminuindo a produção de forragem para o gado.

De acordo com o presente estudo, e considerando uma cobertura por gramínea da área inferior a 70% como indicativo de uma pastagem em degradação ou degradada, 56% dos pastos em Quirinópolis e Gouvelândia encontram-se nesta situação. Em termos de cobertura do solo, a causa principal da degradação de pastagem e consequentemente limitada produção de forragem para o gado, inicia-se na maneira de implantação de um pasto, com o plantio em linha da gramínea de interesse econômico, que promove uma baixa cobertura do solo. Parte considerável de uma pastagem permanece com solo descoberto, para posteriormente ter o a gramínea substituída por plantas daninhas, principalmente em áreas com mais de 10 anos de idade.

4. CONCLUSÕES

De acordo com os critérios mínimos de cobertura do solo pela gramínea plantada adotadas neste estudo, verificou-se que nos municípios estudados, 56% das pastagens estão degradadas ou em processo de degradação;

Em geral, pastagens com mais de 10 anos de idade tendem a apresentar menor cobertura pela gramínea plantada, ou seja, encontra-se mais degradadas do que áreas recém-semeadas;

Parte considerável desta baixa cobertura do solo pela gramínea de interesse econômico ocorre em função do plantio em linha das sementes, que promove a ocorrência de grandes áreas com solo descoberto nas pastagens.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conciliar a produção agropecuária e a preservação do Cerrado brasileiro em seus 204 milhões de hectares é um dos grandes desafios sociais, econômicos, agronômicos e ambientais do país nas primeiras décadas do século XXI. As elevadas taxas de desmatamento no Cerrado e em outros biomas brasileiros, a crescente mudança no uso da terra com sua ocupação por lavouras anuais, cana de açúcar e pastagens, a perda de biodiversidade e emissão de gases de efeito estufa, tem consequências negativas para a imagem e comercialização dos produtos agrícolas nacionais e é uma ameaça concreta ao agronegócio brasileiro. Ao final, o próprio produtor rural é o mais penalizando, principalmente o pequeno, que tem pouca margem de manobra para negociação com bancos, multinacionais e governos, além de acesso ao conhecimento e recursos financeiros para tornar sua atividade mais sustentável.

Assim, confirmou-se nesta tese a hipótese de que um único fator, quando inserido em um contexto histórico, pode catalisar grandes mudanças no uso da terra, incluindo o desmatamento. O crédito rural subsidiado, na verdade, foi o principal fator que desencadeou um drástico processo de desmatamento nos municípios estudados entre os anos de 1965 e 1985, quando cerca de 90% de sua vegetação natural foi substituída por pastagens e, em menor proporção, por lavouras de soja e milho. Posteriormente, em um segundo período entre 2005 e 2015, a cana de açúcar substituiu 100.000 hectares de pastos e lavouras nos municípios estudados, tendo como fator catalisador a demanda doméstica e internacional por etanol e açúcar, com o suporte de créditos fortemente subsidiados pelo Governo Federal. Percebeu-se, durante os levantamentos de campo, pouca ou nenhuma preocupação e mesmo desconhecimento com a sustentabilidade da atividade agropecuária sob qualquer aspecto, incluindo a ambiental ou o respeito ao Código Florestal, por parte dos produtores rurais. Este

fato merece um estudo mais aprofundado, em escala de propriedade e proprietário, para entender melhor este fenômeno. Aparentemente, o produtor está sempre no “modo sobrevivência”, evitando riscos, tentando maximizar de todas as formas possíveis o retorno financeiro da propriedade, que em geral, são pouco lucrativas por unidade de área, principalmente na pecuária, sempre com medo de perder a terra para os bancos ou outros credores. Assim, pode-se afirmar que a qualidade do crédito rural, ou seja, a disponibilização de recursos para financiamento das atividades agropecuárias, desde que seja de baixo custo para o produtor rural, ou mesmo a fundo perdido, pode ser a mais importante ferramenta para a sustentabilidade do agronegócio, não apenas no Cerrado brasileiro, mas também nas demais regiões do país onde lavouras e pastagens ocupam vastas áreas e onde o setor primário é a principal ou única atividade econômica existente. Este crédito agrícola de baixo custo poderia ser de alta qualidade se condicionado a metas de preservação ambiental, como a recuperação de matas de galeria e áreas degradadas, sejam em relação à vegetação natural, pastagens ou a fertilidade do solo, plantio de espécies ameaçadas de extinção, incluindo madeiras de lei de alto valor agregado que poderiam ser comercializadas no futuro dentro de um plano manejo.

O principal fator limitante e de maior custo financeiro para a produção agropecuária do Cerrado, é a baixa fertilidade e acidez de seus solos. Como os municípios estudados têm sido submetidos ao uso intensivo de suas terras nas últimas cinco décadas para produção de grãos, cana de açúcar e criação extensiva a pasto de gado de corte e leite, esperava-se que a fertilidade de seus solos tivesse sido incrementada ao longo do tempo e apresentado maior qualidade agrônômica em relação aos solos de Cerrado nativo. Entretanto, observou-se uma grande variabilidade na concentração de nutrientes no solo, independente do tipo uso agropecuário (pastagem ou lavouras), principalmente para o P e o K, deficiência generalizada de Ca e Mg. Por outro lado, o pH e o Al trocável do solo, surpreendentemente, não são, via de regra, fatores limitantes para a produção vegetal, estando em sua grande maioria, dentro da classificação agrônômicas considerada ideal nos municípios estudados. Claramente, os dados

obtidos mostram que do ponto de vista da fertilidade e da concentração de nutrientes, os solos de Quirinópolis e Gouvelândia apresentam baixa qualidade agronômica, e o mais grave, está havendo diminuição dos teores de MOS em áreas cultivadas com lavouras. Como a produtividade das lavouras de soja, milho e cana de açúcar é alta nos municípios estudados, pode-se supor que as recomendações de adubação utilizadas estão corretamente dimensionadas para suprir a demanda de nutrientes daquela safra específica, com pouco ou nenhum efeito residual destas adubações para as próximas safras. Entretanto, pode estar ocorrendo também depleção de nutrientes do solo, seja pela exportação do produto colhido, ou erosão eólica e hídrica. É evidente ainda que não exista um monitoramento e acompanhamento sistemático da fertilidade destes solos por análises em laboratório, ação que se torna urgente para recuperar e incrementar a qualidade agronômica destes solos do ponto de vista da fertilidade. De outra forma, é possível que no médio e longo prazo, o uso e consequentemente os custos com fertilizantes, poderá aumentar para manter a produtividade das lavouras, compensando a diminuição na concentração de MOS e o desbalanço na concentração de nutrientes no solo observados.

Por fim, verificou-se que em Quirinópolis e Gouvelândia, a maioria das pastagens possui até 10 anos de plantio, sugerindo ser esta sua idade máxima antes de serem percebidas como degradadas pelo produtor e rotacionadas com lavouras de soja e milho. Além disto, pastagens com mais de 10 anos tendem a apresentar menor cobertura pela gramínea plantada, ou seja, encontra-se com maior grau de degradação, de acordo com os critérios adotados neste estudo. Considerando como critério uma cobertura do solo da gramínea plantada abaixo de 70% para uma pastagem ser classificada como degradada, 56% dos pastos em Quirinópolis e Gouvelândia estão classificados nesta condição, com a produção de forragem comprometida. Tradicionalmente, e em função dos altos custos envolvidos, praticamente impossíveis de serem cobertos pela baixa lucratividade por área da pecuária de corte ou de leite, reportada constantemente pelos produtores da região estudada, quando o produtor percebe sua pastagem

degradada, a área é cultivada com soja e ou milho, por dois ou três anos, em geral, através de terceirização por contratos de arrendamento de terra. Assim, ao final do contrato, o dono da terra recebe uma pastagem recém-plantada e renovada. Entretanto, percebe-se que a fertilidade do solo ainda pode ser fator limitante para a manutenção e produção de forragem, com as condições ideais de brota, rebrota e crescimento da gramínea plantada. O efeito residual dos fertilizantes dos anos cultivados sob lavouras é mínimo e efêmero, com as áreas de pastagens retornando rapidamente para a condição de degradada. Além das limitações impostas pela baixa fertilidade do solo à produção de forragem, parte considerável das gramíneas é do tipo cespitosa, principalmente a *Brachiaria brizantha* cv *marandu*, plantada em linhas com até 80 cm de distância entre elas, promovendo a ocorrência de grandes áreas com solo descoberto, desperdiçando grandes extensões de terra. Consequentemente, o estoque animal por área é pequeno, por volta de 1,5 cabeça por hectare, assim como a produtividade de carne e leite, o que acaba demandando mais terras para ocupação pela pecuária, dando a esta atividade um elevado grau de criticismo em relação à sua sustentabilidade ambiental e econômica. Focando-se apenas no solo e na planta, e desconsiderando-se em um primeiro momento o manejo do gado e a pressão de pastejo, é necessário por parte da pesquisa em geral e do melhoramento genético em particular, priorizar gramíneas de hábito crescimento estolonífero ou em uma consorciação com materiais de hábito de crescimento estolonífero e cespitoso, além de plantios adensados, de maneira a cobrir e explorar ao máximo o solo, e consequentemente obter maior produção de forragem por área, desde que haja qualidade agrônômica da fertilidade deste solo, o que não é o caso dos municípios estudados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADÂMOLI, J.; MACEDO, J.; AZEVEDO, L. G. de; MADEIRA NETTO, J. Caracterização da região dos cerrados. In: GOEDERT, W. J. (Ed.). **Solos dos cerrados: tecnologia e estratégias de manejo**. Planaltina, DF: EMBRAPA-CPAC; São Paulo: Nobel, 1986. p. 33-74.
- ALMEIDA, L. F.; ZYLBERSZTAJN, D. Crédito agrícola no Brasil: uma perspectiva institucional sobre a evolução dos contratos. **Internext – Revista Eletrônica de Negócios Internacionais**, São Paulo, 3(2), 267–287, 2008.
- ALVAREZ V. V.H, NOVAIS R.F.; BARROS, N.F.; CANTARUTTI, R.B.; LOPES, A.S. Interpretação dos resultados das análises de solos. In: Ribeiro, A.C., Guimarães, P.T.G., Alvarez V., V.H. (Ed.). **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5. Aproximação**. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, p. 25–32, 1999.
- ARAÚJO, P. F. C.; AND MEYER, R. L. Agricultural credit policy in Brazil: Objectives and results. **American Journal of Agricultural Economics, Proceedings**, 59(5), 957–961, 1977.
- ARAÚJO, R.; GOEDERT, W.J.; LACERDA, M.P.C. Qualidade de um solo sob diferentes usos e sob Cerrado nativo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 31 (5): 1099-1108, 2007.
- ARRUDA, M. R.; GILLER, K. E.; SLINGERLAND, M. Where is sugarcane cropping expanding in the Brazilian cerrado, and why? A case study. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, 89(3), 2485–2493, 2017.
- ASSIS, A. G.; STOCK, L. A.; CAMPOS, O. F.; GOMES, A. T.; ZOCCAL, R.; SILVA, M. R. Sistemas de produção de leite no Brasil. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2005. 5 p. (Embrapa Gado de Leite. **Circular Técnica**, 85.)
- AZEVEDO, G. X. O início de Quirinópolis segundo a moradora da Avenida Rui Barbosa, No. 66. In M. F. A. Urzedo (Ed.), **Quirinópolis, mãos e olhares diferentes 1832 – 2010** (pp. 89–93). Goiânia: Kelps, 2010.
- BAER, W.; AND KERSTENETZKY, I. Import substitution and industrialization in Brazil. **The American Economic Review**, 54(3), 411–425, 1964.
- BANCO CENTRAL DO BRASIL. **Calculadora do cidadão**. IPC/FIPE, 2015. Disponível em: <https://www.bcb.gov.br/calculadora/calculadoracidadao.asp>.
- BARCELLOS, A.O. Sistemas extensivos e semi-intensivos de produção: pecuária bovina de corte nos Cerrados. In: Simpósio sobre o Cerrado, 8; International symposium on Tropical Savannas, 1. Brasília. Biodiversidade e produção sustentável de alimentos e fibras nos Cerrados. **Anais...** Planaltina: EMBRAPA-CPAC, p.130-136, 1996.

- BARONA, E.; RAMANKUTTY, N.; HYMAN, G.; COOMES, O. T. The role of pasture and soybean in deforestation of the Brazilian Amazon. **Environmental Research Letters**, 5, 2010.
- BARROS, P.R.; VIÉGAS, P.R.A.; SILVA, T.L.; SOUZA, R.M.; BARBOSA, L.; VIÉGAS, R.A.; BARRETTO, M.C.V.; MELO, A.S. Alterações em atributos químicos de solo cultivado com cana de açúcar e adição de vinhaça. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, 40(3): 341-346, 2010.
- BERTOL, I.; COGO, N.P.; SCHICK, J.; GUDAGNIN, J.C.; AMARAL, A.J. Aspectos financeiros relacionados às perdas de nutrientes por erosão hídrica em diferentes sistemas de manejo do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 31: 133-142, 2007.
- BINSWANGER, H. P. Brazilian policies that encourage deforestation in the Amazon. **World Development**, 19(7), 821–829, 1991.
- BONHAM, C.D.; MERGEN, D.E.; MONTOYA, S. Plant cover estimation: A contiguous Daubenmire frame. **Rangelands**, 26:17–22. 2004
- BRONDIZIO, E. S.; MORAN, E. F. Level-dependent deforestation trajectories in the Brazilian Amazon from 1970 to 2001. **Population and Environment**, 34, 69–95, 2012.
- BUAINAIN, A. M. Trajetória recente da política agrícola brasileira. **Tese Doutorado** 341 pp., Universidade Estadual de Campinas. Unicamp-SP. 1999. Disponível em: <http://www.bibliotecadigital.unicamp.br/document/?code=vtls000195605>.
- CALDAS, M.; WALKER, R.; ARIMA, E.; PERZ, S.; ALDRICH, S.; SIMMONS, C. Theorizing land cover and land use change: The peasant economy of Amazonian deforestation. **Annals of the Association of American Geographers**, 97(1), 86–110, 2007.
- CAMARANO, A. A.; ABRAMOVAY, R. Êxodo rural, envelhecimento e masculinização no Brasil: panorama dos últimos 50 anos. **Texto para Discussão Nº 621**. 28 pp. 1999. Disponível em: www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=3929.
- CARNEIRO, M.A.C.; SOUZA, E.D.; REIS, E.F.; PEREIRA, H.S.; AZEVEDO, W.R. Atributos físicos, químicos e biológicos de solo de Cerrado sob diferentes sistemas de uso e manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 3: 147–157, 2009.
- CARVALHO FILHO, J. J. A produção de alimentos e o problema da segurança alimentar. **Estudos Avançados**, 9(24), 173–193, 1995.
- CARVALHO, J.L.N.; CERRI, C.E.P.; CERRI, C.C.; FEIGL, B.J.; PÍCCOLO, M.C.; GODINHO, V.P.; HERPIN, U. Changes of chemical properties in an oxisol after clearing of native Cerrado vegetation for agricultural use in Vilhena, Rondonia State, Brazil. **Soil & Tillage Research**, 96: 95–102, 2007.
- CASH, D. W.; ADGER, W. N.; BERKES, F.; GARDEN, P.; LEBEL, L.; OLSSON, P.; PRITCHARD, L.; YOUNG, O. Scale and cross-scale dynamics: Governance and information in a multilevel world. **Ecology and Society**, 11(2), 8, 2006.
- CEPEA – Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz,” Universidade de São Paulo, **PIB Agro**. 2016. Disponível em: [https://www.cepea.esalq.usp.br/br/pib-do-agronegocio-brasileiro.aspx /](https://www.cepea.esalq.usp.br/br/pib-do-agronegocio-brasileiro.aspx/).

- CERRI, C. C.; MAIA, S. M. F.; GALDOS, M. V.; CERRI, C. E. P.; FEIGL, B. J.; BERNOUX, M. Brazilian greenhouse gas emissions: the importance of agriculture and livestock. **Scientia Agricola**, 66(6), 831–843, 2009.
- CORREA, J.C.; REICHARDT, K. Efeito do tempo de uso das pastagens sobre as propriedades de um Latossolo Amarelo da Amazônia Central. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.30, p.107-114, 1995.
- COSTA, F.P.; REHMAN, T. Exploring the link between farmers' objectives and the phenomenon of pasture degradation in the beef production systems of Central Brazil. **Agricultural Systems**, 61: 135–146. 1999.
- D'ABADIA, A. **Resumo da história e origem de Quirinópolis**. In M. F. A. Urzedo (Ed.), Quirinópolis, mãos e olhares diferentes 1832 – 2010 (pp. 45–88). Goiânia: Kelps, 2010.
- DEFANTE, M.; MONTOYA, M. A.; VELOSO, P. R.; COSTA, T. V. M. O papel do crédito agrícola brasileiro e sua distribuição por estratos de produtores. **Revista Teoria e Evidência Econômica**, 7(12), 87–110, 1999.
- DEMATTE, J.L.I.; DEMATTE, J.A.M. Comparações entre as propriedades químicas de solos das regiões da floresta Amazônica e do Cerrado do Brasil Central. **Scientia Agricola**, 50(2): 272-286, 1993.
- DIAS, G. L. S.; AGUIRRE, B. M. B. Crise político-econômica: as raízes do impasse. **Estudos Avançados**, 6(14), 79–94, 1992.
- DIAS-FILHO, M. B.; ANDRADE, C. M. S. Pastagens no ecossistema rotativo. In: Reunião anual da sociedade brasileira de zootecnia, Goiânia. **Anais**. 2005, p.94-104.
- DiTOMASO, J.M. Invasive weeds in rangelands: Species, impacts, and management. **Weed Science**, 48: 255–265. 2000.
- EITEN, G. The Cerrado vegetation of Brazil. **Botanical Review**, 38(2), 201–341, 1972.
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. 2ed. Rio de Janeiro. 212 p. 1997.
- FARINA, M.P.W.; SUMNER, M.E.; PLANK, C.O.; LETZSCH, W.S. Exchangeable aluminum and pH as indicators of lime requirement for corn. **Soil Science Society American Society**, 44: 1036-1041, 1980.
- FERREIRA, F. H. G; LEITE, P. G.; RAVALLION, M. Poverty reduction without economic growth? Explaining Brazil's poverty dynamics, 1985–2004. **Journal of Development Economics**, 93(1), 20–36, 2010.
- FERREIRA, M.M.; FERNANDES, B.; CURI, N. Influência da mineralogia da fração argila nas propriedades físicas de Latossolos da região sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 23: 515–524, 1999.
- FOCHEZATTO, A. Macroeconomic stabilization policies of the real plan and its effects on Brazilian agribusiness. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, 41(4), 779–802, 2003.

- FONSECA, A. D. **Organização fundiária dos índios Caiapós às usinas canavieiras**. In M. F. A. Urzedo (Ed.), *Quirinópolis, mãos e olhares diferentes 1832 – 2010* (pp. 287–289). Goiânia: Kelps, 2010.
- FRANCISCO, E.A.B.; CÂMARA, G.M.S.; SEGATELLI, C.R. Estado nutricional e produção do gramínea-pé-de-galinha e soja cultivada em sucessão em sistema antecipado de adubação. **Bragantia**, 66(2): 259-266, 2007.
- FURTADO, C. **Formação econômica do Brasil**. 34. ed. São Paulo: Companhia das Letras, 2005. 351 p.
- GALLETI, A. A. Crédito rural no Brasil e a sua conjugação com a assistência técnica. **Revista de Administração de Empresas**, 14(5), 80–85, 1974.
- GILLER, K. E.; LEEUWIS, C.; ANDERSSON, J. A.; ANDRIESSE, W.; BROUWER, A.; FROST, P.; HEBINCK, P.; HEITONIG, I.; VAN ITTERSUM, M. K., KONING, N., RUBEM, R.; SLINGERLAND, M.; UDO, H.; VELDKAMP, T.; VAN DE VIJVER, C.; VAN WIJK, M. T. Competing claims on natural resources: What role for science? **Ecology and Society**, 13(2), 34, 2008.
- GODAR, J.; TIZADO, E. B.; POKORNY, B. Who is responsible for deforestation in the Amazon? A spatially explicit analysis along the Transamazon Highway in Brazil. **Forest Ecology and Management**, 267(1), 58–73, 2012.
- GODFRAY, H. C. J.; BEDDINGTON, J. R.; CRUTE, I. R.; HADDAD, L.; LAWRENCE, D.; MUIR, J. F.; PRETTY, J.; ROBINSON, S.; THOMAS, S. M.; TOULMIN, C. Food security: the challenge of feeding 9 billion people. **Science**, 327(5967), 812–818, 2010.
- GOEDERT W.J. Management of the Cerrado soils of Brazil: a review. **European Journal of Soil Science**, 34: 405–428. 1983.
- GOEDERT, W. J. Região dos cerrados: potencial agrícola e política para seu desenvolvimento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 24(1), 1–17, 1989.
- GOEDERT, W.J.; LOBATO, E.; WAGNER E. Potencial Agrícola dos Cerrados brasileiros. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 15: 1–17, 1980.
- HAMMER, Ø.; HARPER, D.A.T.; RYAN, P.D.. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. **Palaeontologia Electronica**, 4: 9. 2001
- HOLL, K.D. Factors limiting tropical rain forest regeneration in abandoned pasture: seed rain, seed germination, microclimate, and soil. **Biotropica**, 31: 229–242. 1999.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Recenseamento Geral do Brasil – 1940**. Censo demográfico. Parte XXI – Goiás, 516 pp, 1952.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico do Brasil – 1950**. Volume I. Rio de Janeiro, 354 pp, 1956.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo demográfico – Goiás, 1970. VIII Recenseamento Geral – Volume I – Tomo XXIII, 671 pp, 1970a.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Agropecuário – Goiás**. VIII Recenseamento Geral – 1970. Volume III – Tomo XXIII, 509 pp, 1970b.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **IX Recenseamento Geral do Brasil – 1980**. Volume 1 – Tomo 4 – Número 1. Rio de Janeiro, 267 pp, 1983.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Agropecuário 1985**. Número 1. Rio de Janeiro: IBGE, 424 pp, 1985a.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Agropecuário 1985**. Número 27 – Goiás. Rio de Janeiro: IBGE, 621 pp, 1985b.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Agropecuário 1995 – 1996**. Número 1. Rio de Janeiro: IBGE, 358 pp, 1998.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Mapa de solos do Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE. 1 mapa, color. 2001. Escala 1:5.000.000. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Estatísticas do Século XX**. 2006a. 557p

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Agropecuário 2006**. 2006b. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/agropecuaria/censoagro/>

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Indicadores de Desenvolvimento Sustentável**. Estudos e Pesquisas. Informação Geográfica. Rio de Janeiro: IBGE, 2015, 352 pp, 2015a.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produto Interno bruto dos Municípios**, 2015b. Disponível em: www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/economicas/contas-nacionais/9088-produto-interno-bruto-dos-municipios.html.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **SIDRA Banco de Dados Agregados**. 2016. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/>

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Agropecuário 2017**. Dados preliminares. 2017a. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/6718#resultado>. Acessado em 01/08/2018

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **SIDRA** (Sistema IBGE de Recuperação Automática) Banco de Dados Agregados, 2017b. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/home/pimpfrg/nordeste>.

IEA – Instituto de Economia Agrícola. Banco de Dados, 2016. Available from: www.iea.sp.gov.br/out/index.php.

INCRA – Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária. **Cadastro de imóveis rurais em Quirinópolis em Gouvelândia**. Superintendência Regional do Incra em Goiás - SR 04, 2011.

INMET - Instituto Nacional de Meteorologia, 2012. **Climatologia**. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/html/clima.php#>

JEPSON, W. A disappearing biome? Reconsidering land-cover change in the Brazilian savanna. **The Geographical Journal**, 171(2): 99-111, 2005.

JONES, R.M.; MCDONALD C.K.; SILVEY, M.W. Permanent pastures on a brigalow soil: The effect of nitrogen fertiliser and stocking rate on pastures and live weight gain. **Tropical Grasslands**, 29, 193-209.1995

KER, J.C. Latossolos do Brasil: uma revisão. **Geonomos**, 5 (1): 17-40, 1997.

KICHEL, A.N.; MIRANDA, C.H.; ZIMMER, A.H. Degradação de pastagens e produção de bovinos de corte com a integração agricultura x pecuária. In: **Simpósio de produção de gado de Corte**, 1. Anais...Viçosa, MG: UFV, p. 201–234. 1999.

KISSMANN, K. G. **Plantas infestantes e nocivas**. 2. ed. São Paulo: BASF, 1997. Tomo I. p. 679-684.

KLINK, C. A.; MACHADO, R. B. Conservation of the Brazilian Cerrado. **Conservation Biology**, 19(3), 707–713, 2005.

KORNDÖRFER, G.H.; RIBEIRO, A.C.; ANDRADE, L.A.B. **Cana de açúcar**. In: Ribeiro, A.C., Guimarães, P.T.G., Alvarez V., V.H. (Ed.). Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5. Aproximação. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, p. 285–288,1999.

LAMBIN, E. F.; GEIST, H. J.; LEPEERS, E. Dynamics of land-use and land-cover change in tropical regions. **Annual Review of Environment and Resource**, 28, 205–241, 2003.

LAMBIN, E. F.; MEYFROIDT, P. Global land use change, economic globalization, and the looming of land scarcity. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, 108(9), 3465–3472, 2011.

LEITE, C. C.; COSTA, M. H.; SOARES-FILHO, B. S.; HISSA, L. B. V. Historical land use change and associated carbon emissions in Brazil from 1940 to 1995. **Global Biogeochemical Cycles**, 26, GB2011, 2012.

LOPES, A.S.; COX, F.R. A survey of the fertility status of surface soils under “Cerrado” vegetation in Brazil. **Soil Science of America Journal**, 41: 742-747, 1977.

LUDEWIGS, T.; D’ANTONA, A. O.; BRONDIZIO, E. S.; HETRICK, S. Agrarian structure and land-cover change along the lifespan of three colonization areas in the Brazilian Amazon. **World Development**, 37(8), 1348–1359, 2009.

MacDONALD, D.; CRABTREE, J. R.; WIESINGER, G.; DAX, T.; STAMOU, N.; FLEURY, P.; LAZPITA, J. G.; GIBON, A. Agricultural abandonment in mountain areas of Europe: Environmental consequences and policy response. **Journal of Environmental Management**, 59(1), 47–69, 2000.

MACEDO, J. Produção de alimentos: o potencial dos cerrados. 33 p. 1996. (EMBRAPA-CPAC. **Documentos**, 59).

MACEDO, M.C.M. Pastagens no ecossistema Cerrado: evolução das pesquisas para o desenvolvimento sustentável. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42., 2005, Goiânia, A produção animal e o foco no agronegócio: **Anais**. Goiânia: UFG, 2005. p. 56-84.

MACEDO, M.C.M. Sistemas de produção animal em pasto nas savanas tropicais da América: limitações à sustentabilidade. In: **Anales..** 16ª Reunión Latinoamericana de Produccion

Animal y 3º Congreso Uruguayo de Produccion Animal. Montevideo. CD-ROM Conferencias. 2000.

MALTAS, A.; CORBEELS, M.; SCOPEL, E.; OLIVER, R.; DOUZET, J.M.; SILVA, F.A.M.; WERY, J. Long-term effects of continuous direct seeding mulch-based cropping systems on soil nitrogen supply in the Cerrado region of Brazil. **Plant and Soil**, 298: 161–173. 2007.

MANZATTO, C. V.; FREITAS JUNIOR, E.; PERES, J. R. R. (Ed.). **Uso agrícola dos solos brasileiros**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2002. 174 p.

MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Balança comercial**, 2016. Disponível em: <http://indicadores.agricultura.gov.br/index.htm>.

MARCHÃO, R.L.; BALBINO, L.C.; SILVA, E.M.; SANTOS JUNIOR, J.D.G.; SÁ, M.A.C.; VILELA, L.; BECQUER, T. Qualidade física de um Latossolo Vermelho sob sistemas de integração lavoura-pecuária no Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 42(6): 873-882, 2007.

MARCHIORI JUNIOR, M.; MELO, W.J. Alterações na matéria orgânica e na biomassa microbiana em solo de mata original submetido a diferentes manejos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 35 (6): 1177-1182, 2000.

MARTHA JUNIOR, G. B.; VILELA, L. Pastagens no cerrado: baixa produtividade pelo uso limitado de fertilizantes. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2002. 32 p. (Embrapa Cerrados. **Documentos**, 50).

MASCARENHAS, H.A.A.; TANAKA, R.T.; PEREIRA, J.C.V.N.A.; GALLO, P.B.; BATAGLIA, O.C. Efeito de adubos potássicos na produção de soja. **Scientia Agricola**, 51(1): 82-89, 1994.

McIVOR, J.G., 2001. Pasture management in semi-arid tropical woodlands: regeneration of degraded pastures protected from grazing. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, 41, 487-496.

McMANUS, P.; WALMSLEY, J.; ARGENT, N.; BAUM, S.; BOURKE, L.; MARTIN, J.; PRITCHARD, B.; SORENSEN, T. Rural Community and Rural Resilience: What is important to farmers in keeping their country towns alive? **Journal of Rural Studies**, 28(1), 20–29, 2012.

MDIC – Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços. **Séries Históricas**, 2016. Disponível em: <http://www.mdic.gov.br/comercio-exterior/estatisticas-de-comercio-exterior/series-historicas>.

METZGER, J. P. Effects of deforestation pattern and private nature reserves on the forest conservation in settlement areas of the Brazilian Amazon. **Biota Neotropica**, 1(1–2), 1–14, 2001.

MMA – Ministério do Meio Ambiente. **O Bioma Cerrado**, 2018. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/biomas/cerrado>.

MOREIRA, A.; FAGERIA, N. K. Soil chemical attributes of Amazonas State, Brazil. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, 40, 17/18, p. 2912-2925, 2009.

- MÜLLER, M.M.L.; GUIMARÃES, M.F.; DESJARDINS, T., MARTINS, P.F.S. Degradação de pastagens na Região Amazônica: propriedades físicas do solo e crescimento raízes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 36(11): 1409–1418. 2001.
- MÜLLER, M.M.L.; GUIMARÃES, M.F.; DESJARDINS, T., MITJA, D. The relationship between pasture degradation and soil properties in the Brazilian amazon: a case study. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, 103: 279–288. 2004.
- NEUFELDT, H.; RESCK, D.V.S.; AYARZA, M.A. Texture and land-use effects on soil organic matter in Cerrado Oxisols, Central Brazil. **Geoderma**, 107: 151–164, 2002.
- NUNES, S. G.; BOOCK, A.; PENTEADO, M. I. O.; GOMES, D. T. *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. Campo Grande: EMBRAPA-CNPQC, (**Documento**, 21). 31 p. 1984.
- PARREIRA, A. M.; MATTOS, G. S. **História de Quirinópolis – fragmentos escritos em 9 de março de 1988**. In M. F. A. Urzedo (Ed.), *Quirinópolis, mãos e olhares diferentes 1832 – 2010*. Goiânia: Kelps, pp. 33–43, 2010.
- PENATI, M.A.; CORSI, M.; LIMA, C.G.; MARTHA JÚNIOR, G.B.; DIAS, C.T.S. Número de amostras e relação dimensão: formato na moldura de amostragem para determinação da massa de forragem de gramíneas cespitosas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 34(1): 36-43, 2005.
- PEREIRA, L. C. B.; NAKANO, Y. Hiperinflação e estabilização no Brasil: o primeiro Plano Collor. **Revista de Economia Política**, 11(4), 89–114, 1991.
- PIETOLA, L.; HORN, R.; YLI-HALLA, M. Effects of trampling by cattle on the hydraulic and mechanical properties of soil. **Soil & Tillage Research**, 82: 99–108. 2005.
- PIGNATARO NETTO, I.T.; KATO, E.; GOEDERT, W.J. Atributos físicos e químicos de um Latossolo Vermelho-Amarelo sob pastagens com diferentes históricos de uso. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 33: 1441-1448, 2009.
- PINHEIRO, A. C.; GIAMBIAGI, F.; MOREIRA, M. M. O Brasil na década de 90: uma transição bem-sucedida? **Textos para Discussão 91**. 2001. Disponível em: www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/conheciment o/td/td-91.pdf.
- PROJETO MAPBIOMAS. Coleção v.2.3. **Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso de Solo do Brasil**. Disponível em: <http://mapbiomas.org/map#coverage>. 2018.
- PULROLNIK, K.; BARROS, N.F.; SILVA, I.R.; NOVAIS, R.F.; BRANDANI, C.B. Estoques de carbono e nitrogênio em frações lábeis e estáveis da matéria orgânica de solos sob eucalipto, pastagem e Cerrado no vale do Jequitinhonha – MG. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 33 (5): 1125-1136, 2009.
- QUAGGIO, J.A.; MASCARENHAS, H.A.A.; BATAGLIA, O.C. Resposta da soja à aplicação de doses crescentes de calcário em Latossolo Roxo distrófico de Cerrado. II – Efeito residual. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 6: 113-118, 1982.
- RAHELIZATOVO, N. C.; GILLESPIE, J. M. Dairy farm size, entry, and exit in a declining production region. **Journal of Agricultural and Applied Economics**, 31(2), 333–347, 1999.

- RAIJ van, B. A capacidade de troca de cátions das frações orgânica e mineral em solos. **Bragantia**, 28(8): 85-112, 1969.
- RAY, D. K.; MUELLER, N. D.; WEST, P. C.; FOLEY, J. A. Yield trends are insufficient to double global crop production by 2050. **PLoS ONE**, 8(6), e66428, 2013.
- RAZALI, N.M.; WAH, Y.B. Power comparisons of Shapiro-Wilk, Kolmogorov-Smirnov, Lilliefors and Anderson-Darling tests. **Journal of Statistical Modeling and Analytics**, 2 (1): 21-33, 2011.
- REZENDE, G. C. Ocupação agrícola e estrutura agrária no Cerrado: o papel do preço da terra, dos recursos naturais e da tecnologia. **Texto para Discussão 913**, 28 pp. 2002. Disponível em: http://ipea.gov.br/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=4471.
- RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. **Fitofisionomias do bioma Cerrado**. In S. M. Sano and S. P. Almeida (Eds.), Cerrado: ambiente e flora. Planaltina, DF: Embrapa-CPAC, pp. 87–166, 1998.
- ROSCOE, R.; BUURMAN, P.; VELTHORST, E.J.; VASCONCELLOS, C.A. Soil organic matter dynamics in density and particle size fractions as revealed by the $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ isotopic ratio in a Cerrado's Oxisol. **Geoderma**, 104: 185-202, 2001.
- RUDORFF, B.F.T.; BATISTA, G.T. Yield estimation of sugarcane based on agrometeorological-spectral models. **Remote Sensing of Environment**, 33: 183–192, 1990.
- SAKIA, R.M. The Box–Cox transformation technique: a review. **Journal of the Royal Statistical Society**, D 41 (2), 169–178, 1992.
- SALLUM JR., B.; KUGELMAS, E. O. Leviathan declinante: a crise brasileira dos anos 80. **Estudos Avançados**, 5(13), 145–159, 1991.
- SANO, E. S.; ROSA, R.; BRITO, J. L. S.; FERREIRA, L. G. Mapeamento de cobertura vegetal do bioma cerrado: estratégias e resultados. Embrapa Cerrados (**Documentos 190**), 33 pp, 2007.
- SANTANA, C. A. M.; NASCIMENTO, J. R. **Public policies and agricultural investment in Brazil: final report**. Brasília: Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), 130 pp, 2012.
- SANTOS, F. S. M. Fatores geomorfológicos e antrópicos na avaliação da fragilidade a processos erosivos no município de Quirinópolis (GO). **Dissertação de Mestrado** – Instituto de Estudos Sócio Ambientais, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, Goiás, 102 pp, 2002.
- SANTOS, F.C; NOVAIS, R.F.; NEVES, J.C.L.; FOLONI, J.M.; ALBUQUERQUE FILHO, M.R.; KER, J.C. Produtividade e aspectos nutricionais de plantas de soja cultivadas em solos de Cerrado com diferentes texturas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 32(5): 2015-2025, 2008.
- SASSEN, M.; SHEIL, D.; GILLER, K. E.; TER BRAAK, C. J. F. Complex contexts and dynamic drivers: Understanding four decades of forest loss and recovery in an East African protected area. **Biological Conservation**, 159, 257–268, 2013.
- SAYAD, J. **Crédito rural no Brasil**. Brasília, DF: Ministério da Agricultura -FIPE, 93 pp, 1978.

SIEG – Sistema Estadual de Geoinformação de Goiás. **Mapas**. Disponível em: <http://www.sieg.go.gov.br/siegmapas/mapa.php>. Acessado em 18 de fevereiro de 2018.

SILBURN D. M.; CARROLL C.; CIESIOLKA C. A. A.; DEVOIL R. C., BURGER P. Hillslope runoff and erosion on duplex soils in grazing lands in semi-arid central Queensland. I. Influences of cover, slope, and soil. **Soil Research** **49**, 105-117. 2011

SILVA, F. A. M.; ASSAD, E. D.; EVANGELISTA, B. A. **Caracterização Climática do Bioma Cerrado**. In S. M. Sano, S. P. Almeida, and J. F. Ribeiro (Eds.), Cerrado: ecologia e flora. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, pp. 69–88, 2008.

SILVA, J.E.; LEMAINSKI, J; RESCK, D.V.S. Perdas de matéria orgânica e suas relações com a capacidade de troca catiônica em solos da região de Cerrados do Oeste Baiano. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 18: 541–547, 1994.

SILVA, J.E.; RESCK, D.V.S.; CORAZZA E.J.; VIVALDI, L. Carbon storage in clayey Oxisol cultivated pastures in the “Cerrado” region, Brazil. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, 103: 357–363, 2004.

SOUSA-NETO, E. R.; GOMES, L.; NASCIMENTO, N.; PACHECO, F.; OMETTO, J. P. **Land use and land cover transition in Brazil and their effects on greenhouse gas emissions**. In M. Á. Muñoz and R. Zornoza (Eds.), Soil management and climate change. Academic Press, pp. 309–321, 2018.

SOUZA, P. M.; NEY, M. G.; PONCIANO, N. J. Análise da distribuição dos financiamentos rurais entre os estabelecimentos agropecuários Brasileiros. **Revista Economia Sociologia Rural**, 53(2), 251–270, 2015.

SOUZA, Z.M.; ALVES, M.C. Propriedades químicas de um Latossolo Vermelho distrófico de cerrado sob diferentes usos e manejos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 27(1): 133-139, 2003.

STEWART, A. Nobody farms here anymore: Livelihood diversification in the Amazonian community of Carvão, a historical perspective. **Agriculture and Human Values**, 24(1), 75–92, 2007.

TERRACLASS. **Levantamento de informações de uso e cobertura da terra na Amazônia**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – Inpe, 2014. Disponível em: http://www.inpe.br/cra/projetos_pesquisas/arquivos/TerraClass_2014_v3.pdf.

TOGNON, A.A.; DEMATTÊ, J.L.I.; DEMATTÊ, J.A.M. Teor e distribuição da matéria orgânica em latossolos das regiões da floresta amazônica e dos cerrados do Brasil central. **Scientia Agricola**, 55: 343–354. 1998.

VENDRAME, P.R.S.; BRITO, O.R.; GUIMARÃES, M.F.; MARTINS, E.S.; BECQUER, T. Fertility and acidity status of latossolos (oxisols) under pasture in the Brazilian Cerrado. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, 82: 1085–1094, 2010.

VIEIRA, I. C. G.; TOLEDO, P. M.; SILVA, J. M. C.; HIGUCHI, H. Deforestation and threats to the biodiversity of Amazonia. **Brazilian Journal of Biology**, 68(4), Suppl. 1, 949–956, 2008.

VIEIRA, J.M., KICHEL, A.N. Estabelecimento e recuperação de pastagens de Panicum

maximum. In: Peixoto, A.M., de Moura, J.C., de Faria, V.P. (Eds), **Anais do 12 Simpósio sobre Manejo da Pastagem**, FEALQ, Piracicaba, SP, pp. 147–196, 1995.

WAGNER, F. E.; WARD, J. O. Urbanization and migration in Brazil. **American Journal of Economics and Sociology**, 39(3), 249–259, 1980.

WERLE, R.; GARCIA, R.A.; ROSOLEM, C.A. Lixiviação de potássio em função da textura e da disponibilidade do nutriente no solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 32 (6): 2297-2305. 2008.

WHALLEY, R.D.B.; HARDY, M.B. Measuring botanical composition of grasslands. In: ‘t Mannetje L. and Jones R.M. (Eds.), **Field and Laboratory Methods for Grassland and Animal Production Research**, pp. 67–102. 2000.

YOKOYAMA, L.P.; VIANA FILHO, A.; BALBINO, L.C.; OLIVEIRA, I.P.; BARCELLOS, A.O. Avaliação econômica de técnicas de recuperação de pastagens. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 34: 1335–1345. 1999.

ANEXO 1

A. Dados da propriedade e do proprietário

Data:

Código de identificação:

1. Nome proprietário:	2. Data nascimento:
3. Nome da propriedade:	4. Data da compra:
5. Localização:	6. Coordenadas : 6.1. Altitude:
7. Escolaridade proprietário:	
8. Mora na propriedade: Sim () Não ()	9. Se “sim”, com ou sem a família? 9.1 Quais familiares?
10. Quantos dias por semana permanecem na propriedade?	
10. 1. Proprietário: 10.2 Esposa: 10.3 Filhos:	
11. Quantas pessoas moram na propriedade?	11.1 Temporários: 11.2 Permanentes:
12.1. Quantas pessoas efetivamente trabalham na propriedade?	12.1 Temporários: 12.2 Permanentes:

13.1. Quantos trabalhadores possuem salário?	13.1 Temporários:
	13.2 Permanentes:
14. A propriedade possui:	14.1. Eletricidade Sim () Não () 14.2. Água encanada: Sim () Não () 14.3. Esgoto: Sim () Não ()
15. Como você adquiriu a propriedade:	
Comprou	Herança Alugada Outros:
16. Quando (Ano)?	

B. Atividades e caracterização da propriedade

1. Qual a atividade principal da propriedade atualmente?	
1.1 Gado de corte: Cria () Recria () Engorda ()	
Cruzado () Puro () Raças:	
1.2 Gado de leite: Cruzado () Puro () Raças:	
1.3 Lavoura: Soja () Milho () Plantio direto () Plantio convencional ()	
1.4 Cana ()	
1.5 Outros:	
2. Área da propriedade:	3. Numero de Campos:
4. Posição no terreno: Topo () Morro () Baixada ()	

5. Gado

Quantidade total: Quantidade estação seca: Quantidade estação chuvas:

5.1 Vacas:

5.2 Touros:

5.3 Bezerros:

5.4 Novilhos:

5.5 Boi gordo:

5.6 Vacas ordenhadas:

6. Reprodução gado: Monta natural () Inseminação artificial ()

7. Alimentação do gado

7.1 Você fornece ração aos animais? Sim () Não ()

7.2 Quando - meses ao ano:

7.3 Tipo de ração:

7.4 Quantidade por animal:

8. A infraestrutura da propriedade é adequada:

Casas Sim () Não () Galpão: Sim () Não () Curral: Sim () Não ()

Estradas: Sim () Não () Cercas Sim () Não ()

8.1 Se não é, porque?

Falta de capita () Falta de tempo para manutenção ()

Não vale a pena investir ()

Outros:

9. Possui maquinário? Sim () Não ()

9.1 Quais?

9.2 Condição dos equipamentos:

Ótima () Boa () Razoável () Ruim ()

9.3 Se não possuir:

Não pode comprar () Não é necessário ()

Outros motivos:

10. Pretende mudar de atividade?

Sim	Não
Se sim: 10.1 Quando? 10.2 E para qual atividade? 10.3 Já iniciou esta mudança? Sim () Não () 10.4 De que forma? 10.5 Porque a opção por estas atividades?	
11. Em geral, o solo/pastagem da propriedade está degradado? Sim () Não () 11.1 Quais são os sinais de degradação? 11.2 Quais as causas desta degradação?	
12. Você considera que a qualidade/degradação do solo é consequência de suas atividades agrícolas? Sim () Não () 12.1 Porque?	
13. O que você deveria melhorar na propriedade?	

14. Existe algum fator externo causando problemas à sua propriedade?
15. A propriedade lucrativa? Sim () Não ()
16. A remuneração de suas atividades são justas? Sim () Não ()
17. Existe a possibilidade de vender a propriedade? Sim () Não ()
17.1 Porque?
17.2 Quando?
18. É seguro morar e/ou trabalhar na propriedade? Sim () Não ()
18.1 Porque ?
19. Já foi roubado ou assaltado? Sim () Não ()
20. Sofreu calote ou fraude? Sim () Não ()
21. Você mudaria de atividade em razão da violência no campo? Sim () Não ()
21.1 Venderia a terra? Sim () Não ()

C. Informações Complementares

1. A infraestrutura externa à propriedade é adequada? Sim () Não () 1.1 O que é inadequado? Estradas () Transporte de pessoas () Transporte da produção () Outros: 1.2 Isto é um problema para você? Sim Não 1.3 Por quê ?
2. Recebe assistência técnica? Sim () Não () 2.1 Pública () Privada ()
3. A assistência técnica é necessária? Sim () Não () 3.1 Por quê?
4. Você concordaria ou gostaria de pagar pela assistência técnica? Sim () Não () 4.1 Por quê?
8. Você possui outras propriedades? Sim () Não () a. Localização: b. Quais as atividades:

c. Área:
9. Tem financiamento em bancos? Sim () Não () Tem dificuldade para pagá-los? Sim () Não ()
10. Existe apoio privado ou publico para manter a propriedade? Sim () Não ()
11. Existe algum tipo de interferência prejudicial de governos ou empresas em suas atividades na propriedade? Sim () Não () a. Quais?
12. Possui algum tipo de atividade econômica fora da propriedade? Sim () Não () Emprego publico () Emprego privado () Comerciante () Empresário () Profissional liberal () Outros: 9.2 Quanto esta atividade representa no orçamento da família? 0 - 25% () 25 - 50% () 50 - 75% () 75 - 100% ()
13. Se tivesse outras oportunidades, como emprego na cidade, venderia ou alugaria a propriedade? Sim () Não ()
14. Em sua opinião, existe algum motivo forte o suficiente para mudar de atividade ou vender a propriedade? Sim () Não ()

D. Estrutura Familiar

1. Nome proprietário:
3. Estado civil: Casado () Solteiro () Separado () Viúvo () Relação estável ()
4. Quem administra a propriedade?
5. Nome do cônjuge:
6. Escolaridade:
7. Filhos e outros dependentes: a. Nome: Escolaridade: b. Nome: Escolaridade: c. Nome: Escolaridade: d. Nome: Escolaridade: e. Nome: Escolaridade:

8. Os herdeiros pretende administrar a propriedade? Sim () Não ()

9. Pretende dividir a propriedade entre os herdeiros? Sim () Não ()

10. Se nenhuma das alternativas anteriores, quais os planos futuros?

E. Uso de Insumos Agrícolas

1. Proprietário:

2. Coordenadas:

Área:

3. Por quanto tempo este campo está sendo utilizado?

4. Aplicou fertilizantes? Sim () Não ()

4.1 Quais?

N:

P:

K:

Micronutrientes:

Calcário:

Esterco:

Composto:

NPK:

Outros:

4.5 Quantidade?

N:

P:

K:

Micronutrientes:

Calcário:

Esterco:

Composto:

NPK:

Outros:

4.2 Em quais atividades?

4.3. Frequência?

4.4 Quando?

4.6 Acha que é suficiente?

4.7 Se não é suficiente, porque não utiliza uma quantidade maior?

5. Usa defensivos químicos? Sim () Não ()

5.1 Quais?

Herbicidas:

Inseticidas:

Fungicidas:

Outros:

5.2 Quantidade:

Herbicidas:

Inseticidas:

Fungicidas:

Outros:

5.3 Outros defensivos:

6. Outros insumos agrícolas? Sim () Não ()

6.1 Quais?

6.2 Quantidade?

6.3 Quais os usos?

6.4 Frequência:

6.5 Quando?

6.6 Acha que é suficiente?

6.7 Se não é suficiente, porque não utiliza uma quantidade maior?