



Câmpus
Anápolis de Ciências
Socioeconômicas
e Humanas



Universidade
Estadual de Goiás

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE GOIÁS
Campus Anápolis de Ciências Sócio-Econômicas e Humanas
Programa de Pós-Graduação Ciências Sociais e Humanidades
“Territórios e Expressões Culturais no Cerrado”

LEVI JÚNIO DE CAMARGO

**MICROBACIA DO CÓRREGO DA GAMELEIRA EM CERES (GO):
DEGRADAÇÃO PROVOCADA PELO AVANÇO DO CULTIVO DE CANA-DE-
AÇÚCAR**

Anápolis,

2017

LEVI JÚNIO DE CAMARGO

**MICROBACIA DO CÓRREGO DA GAMELEIRA EM CERES (GO):
DEGRADAÇÃO PROVOCADA PELO AVANÇO DO CULTIVO DE CANA-DE-
AÇÚCAR**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação TECCER, da Universidade Estadual de Goiás, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ciências Sociais e Humanidades na área interdisciplinar, linha de pesquisa Dinâmicas Territoriais no Cerrado.

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Divina Leonel Lunas

Anápolis,

2017

Ficha catalográfica

C172m Camargo, Levi Júnio de.
Microbacia do Córrego da Gameleira em Ceres(GO)[manuscrito] : degradação provocada pelo avanço do cultivo da cana-de-açúcar / Levi Júnio de Camargo. – 2017.
76f.: il.

Orientadora: Divina Leonel Lunas.
Dissertação(Mestrado Interdisciplinar em Territórios e Expressões Culturais no Cerrado).
Universidade Estadual de Goiás, Campus de Ciências Socioeconômicas e Humanas, Anápolis, 2017.

Inclui bibliografia.

1.Geografia. 2. Geografia física - Solos - Cerrado goiano . 3. Indústria sucroenergética - Erosão laminar - Rios goianos. 4.Dissertações - TECCER - UEG. I.Lunas, Divina Leonel. II.Título.
CDU 911.2:633.61(817.3)(043)

Elaborada por Aparecida Marta de Jesus Fernandes
Bibliotecária/UEG/Anápolis - CCSEH
CRB1/2385

LEVI JÚNIO DE CAMARGO

**MICROBACIA DO CÓRREGO DA GAMELEIRA EM CERES (GO):
DEGRADAÇÃO PROVOCADA PELO AVANÇO DO CULTIVO DE CANA-DE-
AÇÚCAR**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação TECCER, da Universidade Estadual de Goiás, como requisito parcial para a obtenção de título de Mestre em Ciências Sociais e Humanidades, na área interdisciplinar, linha de pesquisa: Dinâmicas Territoriais no Cerrado.

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Divina Leonel Lunas

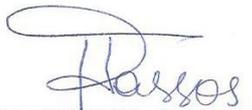
Banca Examinadora



Prof^ª. Dr^ª. Divina Leonel Lunas
Presidente/UEG-TECCER



Prof^ª. Dr^ª Dulce Portilho Maciel
Examinadora Interna UEG-TECCER



Prof^ª. Dr^ª Haihani Silva Passos
Examinadora externa IFG - Rio Verde

Anápolis, 24 de abril de 2017

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus.

A minha orientadora, a prof. Dr.^a Divina Leonel Lunas.

A minha família.

Aos meus colegas e amigos.

A Fapeg, pelo apoio financeiro.

A todos que tenham contribuído de forma direta e indireta com esta pesquisa.

RESUMO

Partindo da desregulamentação do Governo, na década de 1990, a produção de cana-de-açúcar tem aumentado a sua expansão em área no estado de Goiás. Com a desregulamentação, a agroindústria passou a ter independência administrativa tabelando os seus preços conforme os custos. Também, os incentivos fiscal e financeiro por parte do Governo Federal e do Governo do estado de Goiás, atraíram tradicionais empresas sucroenergéticas para o estado e para a microrregião Ceres, aonde está localizada a microbacia do Córrego da Gameleira, que recebe em sua área o cultivo de cana-de-açúcar. Na microbacia do Córrego da Gameleira, localizada no município de Ceres (GO), na porção Central de Goiás, o cultivo de cana-de-açúcar tem potencial para provocar degradação no solo com a erosão, principalmente do tipo laminar. Devido a declividade do relevo da microbacia, a erosão laminar tem potencial para retirar a matéria orgânica presente na superfície do solo, deixando em desvantagem os nutrientes. Com o transporte de nutrientes, também há o potencial de transportar resíduos químicos utilizados nos processos do cultivo da cana, depositando-os no leito do Córrego da Gameleira. Desta forma, é necessário que haja intervenções conservacionistas que amenizem os processos de degradação para proteger o solo da erosão laminar e o Córrego da poluição química, sendo indicado o uso do plantio direto e a rotação de cultura.

Palavras-chave: cana-de-açúcar; desregulamentação de 1990; degradação em microbacia; práticas conservacionistas.

ABSTRACT

Starting from the deregulation of the Government in the 1990, sugarcane production has increased in area expansion in the state of Goiás. With deregulation, the agribusiness has started to have administrative independence, setting its prices according to costs. Also, the fiscal and financial incentives by the Federal Government and the Government of the state of Goiás have attracted traditional sugar-energy companies to the state and to the Ceres micro-region, where is located the Córrego da Gameleira microbasin, which receives in its area the crop of sugarcane. In the watershed of Gameleira Stream, located in the municipality of Ceres (GO), in the central portion of Goiás, sugar cane cultivation has the potential to cause soil degradation with erosion, mainly of the laminar type. Due to the declivity of the watershed relief, laminar erosion has the potential to remove organic matter from the soil surface, leaving nutrients at a disadvantage. With the transportation of nutrients, there is also the potential to transport chemical residues used in sugarcane cultivation processes, depositing them in the stream bed of the Gameleira Stream. In this way, it is necessary that there be conservationist interventions that soften the degradation processes to protect the soil from laminar erosion and the stream of chemical pollution, indicating the use of no-till and crop rotation.

Keywords: sugarcane; deregulation of 1990; microbasin degradation; conservation practices.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	9
1. EXPANSÃO DO CULTIVO DE CANA-DE-AÇÚCAR E DO SETOR SUCROENERGÉTICO NO CERRADO GOIANO APÓS 1990	12
1.1.CONTEXTO DA DESREGULAMENTAÇÃO DO SETOR SUCROENERGÉTICO.....	14
1.2.EXPANSÃO DA PRODUÇÃO CANAVIEIRA NO CERRADO GOIANO PÓS 1990.. ..	20
1.3.A PRODUÇÃO DE CANA-DE-AÇÚCAR EM CERES (GO)	26
2. O CULTIVO DE CANA-DE-AÇÚCAR NA MICROBACIA DO CÓRREGO DA GAMELEIRA EM CERES (GO)	33
2.1. IMPACTOS DA CULTURA DE CANA-DE-AÇÚCAR EM BACIA HIDROGRÁFICA	33
2.2. DEGRADAÇÃO NO SOLO DO CERRADO GOIANO PROVOCADO PELO CULTIVO DA CANA-DE-AÇÚCAR	37
2.3. CONCEITOS DE BACIA HIDROGRÁFICA.....	42
2.4. A CANA-DE-AÇÚCAR E OS IMPACTOS AMBIENTIAS NA MICROBACIA DO CÓRREGO GAMELEIRA.....	44
3. ESTRATÉGIAS DE MANEJO DA CULTURA DA CANA-DE-AÇÚCAR PARA AMENIZAR A DEGRADAÇÃO AMBIENTAL EM BACIA HIDROGRÁFICA	59
3.1. A PRÁTICA DE TERRACEAMENTO EM CULTURA DE CANA-DE-AÇÚCAR.....	60
3.2.O SISTEMA DE PLANTIO DIRETO NO CULTIVO DE CANA-DE-AÇÚCAR.....	61
3.3.O SISTEMA DE ROTAÇÃO DE CULTURA NO CULTIVO DE CANA-DE-AÇÚCAR.....	65
CONSIDERAÇÕES FINAIS	68
REFERÊNCIAS	70

INTRODUÇÃO

A entrada de novas tecnologias para a área energética incentivou a discussão, por parte de pesquisadores, sobre a possibilidade dos biocombustíveis substituírem os combustíveis fósseis pelo o motivo de ser renovável, possuir custos menores e contribuir para a diminuição da poluição atmosférica. “Entre os biocombustíveis mais utilizados estão o biodiesel e o etanol, produzido principalmente a partir da cana-de-açúcar, milho e beterraba” (CADENAS e CABEZUDO, 1998 *apud* RIBEIRO, FERREIRA e FERREIRA, 2013, p. 2). Com esses benefícios houve uma nova onda de investimentos nas agroindústrias canavieiras incentivando a retomada da expansão do cultivo da cana-de-açúcar. Segundo Ribeiro, Ferreira e Ferreira (2013) o Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA) e o Ministério de Meio Ambiente (MMA) organizaram a expansão dessa cultura em áreas que obtivesse características ambientais necessárias para o bom rendimento da planta, onde o Cerrado se mostrou mais propício.

As preocupações das consequências da expansão da cana-de-açúcar são movidas exatamente pelo o seu avanço acelerado. Em Ribeiro, Ferreira e Ferreira (2013, p. 01), afirmam que “a expansão do cultivo da cana-de-açúcar no bioma Cerrado, sem as devidas normatizações e planejamento, pode resultar em significativas consequências negativas para a biodiversidade, os recursos hídricos e os serviços ambientais em geral.” Um grande problema para o território do Cerrado é a modernização da agricultura, que segundo Costa e Santos (2010) modificou as paisagens do Estado de Goiás, principal fronteira agrícola do país, com os modernos tipos de manejo agrícola.

Em Goiás há grande capacidade agrícola para a expansão da cultura da cana de açúcar. Com a necessidade de escoar a produção, tanto as usinas em operação quanto as que estão em implantação se localizam próximo aos principais eixos rodoviários federais e estaduais (CASTRO e ABDALA et al, 2010).

Na microrregião Ceres, porção Central de Goiás, a cultura da cana-de-açúcar tem expandido em áreas de cultivos tradicionais em pequenas propriedades e da agricultura familiar onde se avança e ocupa os solos do bioma Cerrado. Silva, Barbalho e Franco (2013, p. 240), afirmam que houve “um crescimento de 184% em área cultivada para a Microrregião de Ceres, e que ao mesmo tempo indicam uma diminuição da área de expansão das lavouras nos municípios sedes das usinas”.

As consequências da expansão da monocultura de cana-de-açúcar não se resumem apenas em modificar a paisagem do Cerrado e adentrar em áreas de outras culturas,

mas também, os impactos que afetam o solo. Na microbacia do Córrego da Gameleira no município de Ceres (GO), há o cultivo da cana-de-açúcar, onde foi detectada a erosão do tipo laminar.

“A monocultura contribui para o aparecimento de erosão, provocando a perda progressiva da fertilidade do solo, podendo causar sua rápida e total esterilização ou, em alguns casos, a total desertificação” (MARCATTO, SCHLESINGER, OVERBEEK, 2010, p.35).

“A erosão é o resultado do impacto sobre as propriedades físicas do solo que degrada o meio ambiente” (MAGALHÃES, 2001, p. 01).

Mesmo que não seja uma erosão que abra canais no solo, a erosão laminar é considerada de grande perigo para o solo. A erosão do tipo laminar não se destaca muito sobre o solo, porém “são evidenciadas por tonalidade mais claras dos solos” (ALMEIDA FILHO, 2001 *apud* CARNEIRO, 2007, p. 19). Esse processo evidencia que os nutrientes do solo, como a matéria orgânica, são removidos degradando a qualidade do solo para o seu uso produtivo.

Partindo-se de estudos voltados para as consequências da expansão canavieira no Cerrado Goiano e com pesquisa em campo, esta pesquisa busca entender as consequências para o solo provocado pela monocultura da cana-de-açúcar na microbacia do Córrego da Gameleira no município de Ceres (GO).

O direcionamento base será arcado na afirmação de Ribeiro, Ferreira e Ferreira (2013, p. 2), “apesar dos reconhecidos benefícios ambientais dos biocombustíveis, muitas são as preocupações em relação aos impactos sobre a biodiversidade, sobre os recursos hídricos e sobre a produção de alimentos”, seguido da questão problema: “Quais os impactos ao solo decorrentes do cultivo da cana-de-açúcar na microbacia do Córrego da Gameleira?”

Os estudos são envolvidos para elaborar um panorama geral das consequências da expansão da cana-de-açúcar em áreas do Cerrado goiano e, diagnosticar, na microbacia do Córrego da Gameleira, os efeitos da erosão do tipo laminar com a ocupação dessa cultura. Neste contexto as especificidades são:

- Identificar os processos de expansão de cana-de-açúcar no Cerrado Goiano após 1990;
- Elaborar uma caracterização dos impactos da cultura da cana-de-açúcar no meio ambiental do Cerrado Goiano;
- Identificar e analisar as consequências do potencial de erosão laminar na microbacia do Córrego da Gameleira;

- Apontar estratégias para minimizar os impactos negativos da expansão da cultura da cana-de-açúcar sobre a microbacia do Córrego da Gameleira.

Os métodos utilizados são de natureza aplicada com uma abordagem quantitativa e qualitativa. Os objetivos são exploratórios e descritivos com procedimentos bibliográficos e de estudo de caso.

A pesquisa está estruturada em três capítulos. No primeiro, discute a expansão da produção canavieira no cerrado goiano a partir da década de 1990, também conhecida como a desregulamentação do governo.

Autores como Lima (2010) e Abdala e Castro (2010), afirmam que o setor sucroalcooleiro pode ser caracterizado como o setor que esteve em maior tempo sob a influência do Governo Federal, uma vez que o Estado tinha a pretensão de o alicerçar como fator de eficiência econômica.

A partir de 1990 inicia-se a reestruturação do setor, marcado pelo afastamento do governo, deixando o mercado livre para a produção, distribuição e revenda dos produtos derivados da cana-de-açúcar. Com esse afastamento do governo houve a redução de investimentos e conseqüentemente queda no consumo do álcool combustível.

O segundo capítulo tem a finalidade de conceituar Bacias Hidrográficas que tomará como base o conceito de Christofolletti (1980, p. 102), “área drenada por um determinado rio ou por um sistema fluvial”.

São discutidos os efeitos do plantio da cana-de-açúcar sobre a microbacia do Córrego da Gameleira que inicialmente é deduzido dois processos de degradação: primeiro, a erosão laminar, acerca do declive do relevo e o tipo de solo e, segundo, em consequência da erosão, a poluição química do leito do córrego pelos resíduos de fertilizantes e agrotóxicos que podem ser utilizados no manejo da plantação.

Por fim, o terceiro capítulo, tem como pressuposto abordar duas principais estratégias de manejo da cultura de cana-de-açúcar, que amenizem os processos de degradação levantados no segundo capítulo, a rotatividade e o plantio direto, principalmente. Investiga outras formas de manejo que previne a erosão e, sobretudo os efeitos degradação em bacia hidrográfica.

1. EXPANSÃO DO CULTIVO DE CANA-DE-AÇÚCAR E DO SETOR SUCROENERGÉTICO NO CERRADO GOIANO APÓS 1990

A expansão da cana-de-açúcar que se observa no Cerrado, após o incremento de técnicas na agricultura com a inserção de corretivos, é favorecida por fatores ambientais, principalmente no que diz respeito as condições físicas do solo, condicionada ainda a um direcionamento de políticas públicas para a promoção de uma alternativa de energia renovável no Brasil e no mundo.

Autores como Ferreira (2010) e Pietrafesa, Sauer e Santos (2011), afirmam que até a década de 1970 o Cerrado era considerado como área improdutivo por que havia a necessidade de adequar o solo, quanto as suas características produtivas, às necessidades da planta. E com a tecnologia da época, a partir de 1970, foi possível fazer correções no solo e iniciar o cultivo de cana-de-açúcar em amplitude industrial. Mais à frente, serão abordados os processos que incentivaram o cultivo de cana-de-açúcar em larga escala em áreas de Cerrado.

O Cerrado, atualmente, possui extensas áreas com condições geoambientais favoráveis à agricultura intensiva e à pecuária. O termo geoambiental é entendido como:

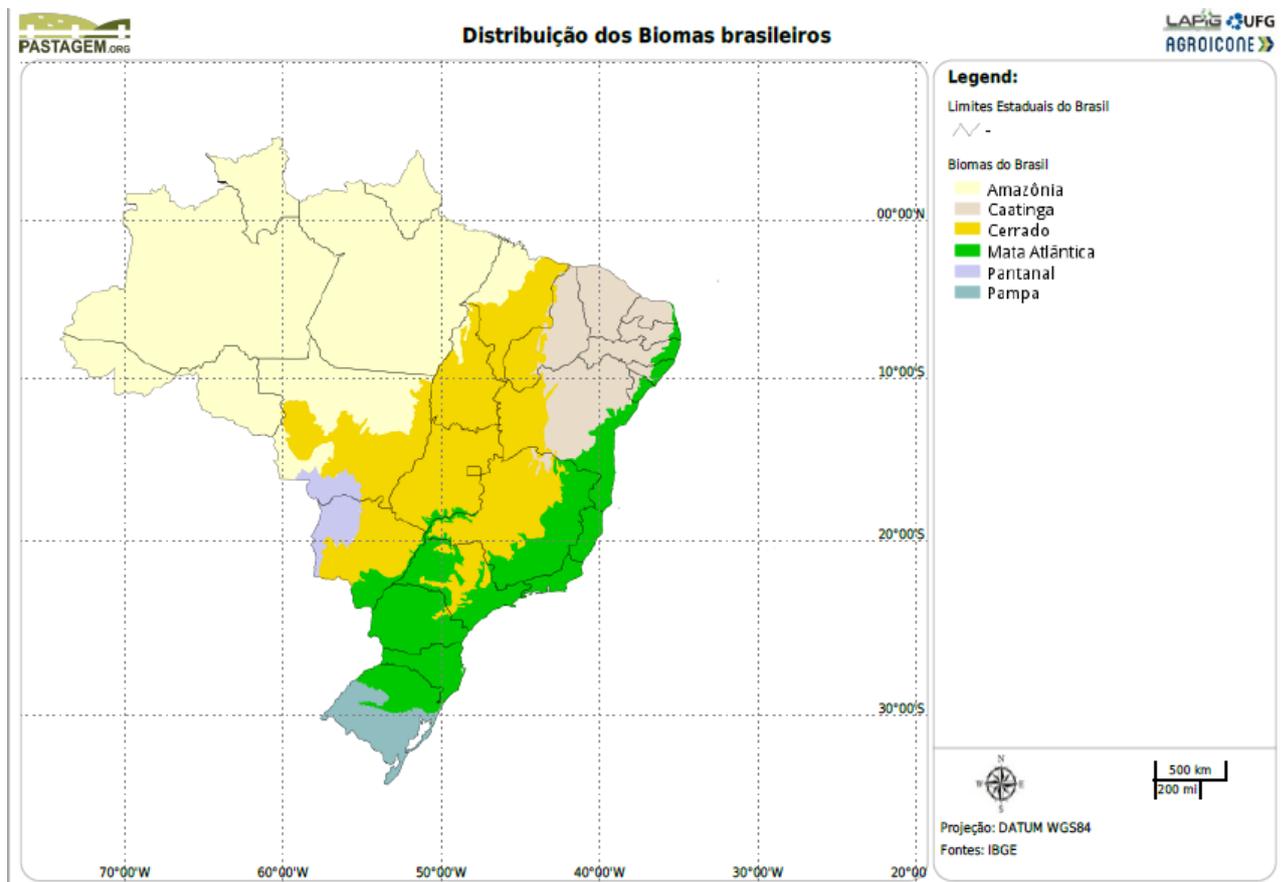
subdivisões dos Domínios Morfoestruturais caracterizadas por uma compartimentação reconhecida regionalmente e estão ligadas a fatores fitoclimáticos, litológicos e morfológicos. São definidas como um arranjo de formas de relevo fisionomicamente semelhantes em seus tipos de modelados, assumindo uma conotação de compartimentação do relevo regional (BAHIA, 2013, p. 3).

Neste trabalho o Cerrado será abordado em dois conceitos, como território e como bioma, tratando-os de forma dependente.

A palavra Cerrado é de origem espanhola e significa fechado, este termo é empregado para designar de forma geral um tipo específico de vegetação arbustivo herbácea densa. Nesse sentido, trata-se de alguns aspectos desse Bioma (SILVA, MENDES, 2014, p. 2029).

É o segundo maior bioma brasileiro, ocorre em altitudes que variam de 300m a mais de 1.600m e é uma das regiões de maior biodiversidade do planeta. Compreende um mosaico de vários tipos de vegetação, savanas, matas, campos, áreas úmidas e matas de galeria etc. Essa diversidade de fitofisionomias é resultante da diversidade de solos, de topografia e de climas que ocorrem no Brasil Central (MINISTÉRIO MEIO AMBIENTE, 2009, p. 20).

Ilustração 1: Localização do Bioma Cerrado



Fonte: Lapig, 2017.

O bioma Cerrado se estende pela parte central e avança até o litoral nordestino, como se observa na ilustração 1, que demonstra a sua extensão em formato temático. No estado de Goiás, a maior parte do território pertence a áreas de Cerrado, onde, para esta pesquisa, é observado, também, como território e que tem sido ocupado pelo cultivo de cana-de-açúcar.

Silva e Mendes (2014, p. 2031), afirmam que a “constituição do território goiano está inserida dentro de um contexto nacional/internacional e pela lógica do modo de produção, que é o capitalismo”. Ainda completa que a configuração espacial do estado de Goiás se deve principalmente a mineração, a atividade agropastoril e a construção e manutenção de estradas. Todas essas construções estão sobre o Cerrado goiano, que neste âmbito é visto como um Território e não como Bioma.

A partir da leitura feita por Ratzel, o território passa a ser representado por uma parte do espaço terrestre “identificada pela posse, uma área de domínio de uma comunidade ou Estado”.

[...] o Cerrado enquanto território que passa a ser um produto histórico, apropriado e disputado por agentes sociais que o fazem a partir do seu poder econômico, cultural, político, de informação, de capacidade estratégica, de resistência etc. [...] torna-se

importante destacar o papel das empresas e do Estado que, por meio de recortes, implantações e ligações constituem-se instituições produtoras de territórios, especialmente a partir do século XX. [...] o Cerrado é influenciado por uma lógica territorial em que o Estado, as empresas e o capital moderno desempenham papéis primordiais. Mas também há os múltiplos territórios ou territorialidades constituídas pelas relações de poder que se estabelecem numa escala local (CASTILHO, CHAVEIRO, 2010, p. 45).

As discussões doravante terão como espacialidade áreas de Cerrado Goiano que com as discussões da expansão da cana-de-açúcar, suas implicações sociais e ambientais.

A expansão da cana-de-açúcar em áreas do Cerrado goiano, tem como suporte ambiental o relevo que é bastante favorável à agricultura e à pecuária. As ondulações do relevo podem ser consideradas em menor escala comparados com os aplainamentos e que ainda contam com grandes rios (ALVES, 2009).

As políticas públicas é outro fator que alavancou a expansão do cultivo de cana-de-açúcar. No século XX, o Estado regulamentava o setor sucroalcooleiro com o um dos intuitos de manter um equilíbrio entre áreas produtoras e potencializar a capacidade produtiva das agroindústrias canavieira. Foi um processo em que na década de 1990 chegou ao fim e, como parte das consequências, aumentou mais ainda a escala de produção da cana-de-açúcar.

1.1.CONTEXTO DA DESREGULAMENTAÇÃO DO SETOR SUCROENERGÉTICO

Há diversos trabalhos em ramos científicos diferentes que discutem o setor sucroenergético que abordam a desregulamentação do setor. Não é o foco deste trabalho discutir profundamente os fatores e consequências desse processo. Nesta parte, então, em que é essencial abordar a desregulamentação para que se possa chegar aos objetivos específicos para este capítulo, compreender as fases da expansão canavieira no estado de Goiás e analisar os impactos sofridos no solo, serão abordadas as principais decorrências da desregulamentação.

No século XX, com a saturação do mercado interno brasileiro de açúcar, devido as reduções de exportações em consequência do aumento de investimentos no açúcar na Europa, as próprias áreas produtoras do Brasil entraram em disputa por mercado, as principais eram a Zona da Mata Nordestina e o Centro-Sul. Para tentar equilibrar essas áreas produtoras, em 1933, foi criado o Instituto do Açúcar e Álcool (IAA). O IAA inicia no setor açucareiro modificações regidas pelo Estado (SILVA, 2011).

O IAA, foi fundamental para impulsionar o setor açucareiro com a expansão do plantio de cana-de-açúcar a partir de incentivos administrativos e financeiros, tendo como foco

a região Centro-Sul. O Centro-Sul foi escolhido devido a problemas no recebimento do escoamento da produção nordestina (SILVA, 2011).

Nos anos de 1950 e 1960, o plantio de cana-de-açúcar estava concentrado no Centro-Sul.

Apesar de ter como foco o abastecimento do mercado interno, a possibilidade de voltar a participar de forma mais incisiva do mercado internacional de açúcar sempre foi uma condição buscada pelos produtores nacionais e pelo próprio Estado. A transferência do centro produtor do Nordeste para o Centro-Sul pode ser vista também como estratégia do planejamento estatal visando à expansão da capacidade produtiva do país, na expectativa de que o Brasil pudesse substituir Cuba como o principal fornecedor de mercado preferencial norte-americano (SILVA, 2011, p. 102).

Para potencializar a capacidade produtiva em sua destinação e na melhoria de técnicas produtivas, o Estado, a partir do IAA, criou o Plano Expansão da Indústria Açucareira para ampliar a capacidade produtiva com novas usinas instaladas até o ano de 1971 na região Centro-Sul. Neste mesmo ano, 1971, foram lançados o Programa Nacional de Melhoramento da Cana-de-açúcar (Planalsucar) e o Programa de Racionalização da Indústria Açucareira e, em seguida, em 1973 e 1975 são lançados, respectivamente, o Programa de Apoio à Indústria Açucareira e o Programa Nacional do Álcool (PROÁCOOL) (SILVA e PEIXINHO, 2012).

“Os planos criados pelo IAA tinham por intenção determinar a realização de ações no sentido de regulamentar ou de fornecer algum benefício aos atores do setor sucroenergético” (SILVA e PEIXINHO, 2012, p.100).

A criação do PROÁLCOOL estava ligada, principalmente, as dificuldades de continuar com a importação de petróleo durante a década de 1970 e, ainda, considerado como “esforços para a diversificação da matriz energética” (SILVA e PEIXINHO, 2012, p. 100). Com o programa foram abertos investimentos para o setor hidrelétrico, com construção de usinas de grande porte.

Da criação dos Programas até o ano de 1977, o principal produto a ser produzido era o açúcar. Não era visto, ainda, uma substituição do açúcar pelo álcool (SILVA, 2011).

No ano de 1979, o PROÁCOOL muda a sua estratégia. Com outra alta de preço internacional do petróleo, o álcool passa a ser utilizado puro como combustível em veículos de passeio, em decorrência de incentivos fiscais oferecidos pelo governo para a fabricação de veículos com motores movidos a álcool (SILVA, 2011).

A importação do petróleo, na segunda metade da década de 1980, teve seus custos reduzidos, houve aumento no preço do açúcar no mercado internacional, o que levou os produtores a se voltar para a produção do açúcar e, ainda, com a necessidade de reduzir gastos

no programa e a crise econômica da década, levou o PROÁLCOOL a um estágio de estagnação e declínio (SILVA e PEIXINHO, 2012)

Durante mais de uma década, a produção de álcool no país foi impulsionada via PROÁLCOOL, por meio de subsídios a produtores agrícolas, produtores industriais de álcool e de veículos. O Estado visava não somente exercer a ação regulamentadora de uma política pública, mas, oferecer benefícios ao setor sucroenergético e ao setor automobilístico, na forma de incentivos fiscais (SILVA e PEIXINHO, 2012, p. 101).

Com o PROÁLCOOL o setor sucroalcooleiro conseguiu alcançar produção expressiva de álcool combustível e se manter como grande exportador de açúcar. “Por força da ação estatal o setor evoluiu de açucareiro para sucroalcooleiro e depois para agroenergético ou sucroenergético” (SILVA e PEIXINHO, 2012, p.99).

As mudanças nas terminologias demonstram o crescimento da industrialização de diferentes produtos derivados da cana-de-açúcar. Anteriormente a concentração estava apenas na produção do açúcar e na atualidade temos também a produção e, em grande proporção, de álcool anidro e/ou hidratado, comercializável e, energia elétrica para suprimento da própria destilaria.

De acordo com Castro et al (2010, p. 7-8), embasada em produções de outros autores e em órgãos do Governo, descreve que o crescimento de área plantada de cana-de-açúcar relacionadas com o PROÁLCOOL, passou por três fases:

- 1) Fase 1: 1975 a 1987 – Proálcool, rápida expansão da produção de álcool e redução da produção do açúcar, induzida por essa política pública e relacionadas;
- 2) Fase 2: 1988 a 2000 - crise do setor com desregulamentação incorrendo em certa estagnação, embora com oscilações para o etanol, e ligeiro crescimento também oscilatório, mas com crescimento, ainda que menor, para o açúcar, num conjunto que registra pequeno aumento da produção de ambos no período;
- 3) fase 3: 2000-2008 - uma nova expansão igualmente rápida, superando todas as produções das fases anteriores, e indicando claramente que desde 2004 o etanol apresenta crescimento maior que o açúcar, em área plantada.

O enfraquecimento do PROÁLCOOL poderia levar a desregulamentação da produção de cana-de-açúcar, cujo se materializou com, a praticamente extinção do programa em 1989, que se concretiza em 1991 e, também com o fim do IAA em 1990 (SILVA e PEIXINHO, 2012; SILVA, 2011).

Até o ano de 1997 o IAA já havia sido extinto. Para continuar a regência do setor sucroalcooleiro, o governo federal cria o Conselho Interministerial do Açúcar e do Álcool (CIMA). O Conselho mudou a forma em que o Estado participava do mercado. Neste processo

ocorreu a chamada desregulamentação, que foi paulatinamente entrando em ação em 1991 e a sua conclusão em 1998. Em fevereiro de 1999 os preços da tonelada de cana-de-açúcar, do açúcar standard (açúcar de menor qualidade e utilizado principalmente como matéria-prima em refinarias de açúcar) e do álcool de todos os tipos são liberados pelo Estado e definidos pelas condições de mercado (SILVA, 2011).

O Estado de Goiás, durante e depois do PROÁLCOOL, não apresentou notável desenvolvimento do setor sucroenergético por estar sendo alvo da fronteira agrícola voltada para grãos, algodão, arroz e gado. Na década de 1980 a expansão do setor se inicia, porém, há maior expressividade na década de 1990 e segue com força até o presente. (CASTRO, et al, 2010). Em Goiás, segundo Alves (2009), a produção canavieira era incomum. Mas com o PROÁLCOOL o estado passou a fazer parte do círculo de produção controlado por São Paulo e pelo Nordeste, atraídos pela grande quantidade de terras de baixo preço, a partir da década de 1980.

Após 1980, com a queda do preço dos grãos e a oferta excedente de áreas do Cerrado goiano ocupadas por soja, sorgo, milho e pecuária foram dando lugar às plantações de cana-de-açúcar. “[...] os produtores rurais viram na cana uma nova possibilidade de produção, uma vez que a demanda de álcool combustível tendia ao crescimento” (CASTRO et al, 2010, p.10).

Em 1984, foi criado o programa Fundo de Fomento a Industrialização do Estado de Goiás (FOMENTAR), primeiro programa de incentivo fiscal do Estado. O FOMENTAR foi direcionado para três grupos de segmentos industriais:

- 1) processamento de matérias-primas naturais e indústrias acessórias, como embalagens, adubos e rações; 2) química, farmacêutica e automobilística, com a tentativa de diversificação da economia; 3) setores tradicionais como de confecções, calçados e móveis, com objetivos de promover o adensamento de suas cadeias produtivas (CASTRO et al 2009, p. 8).

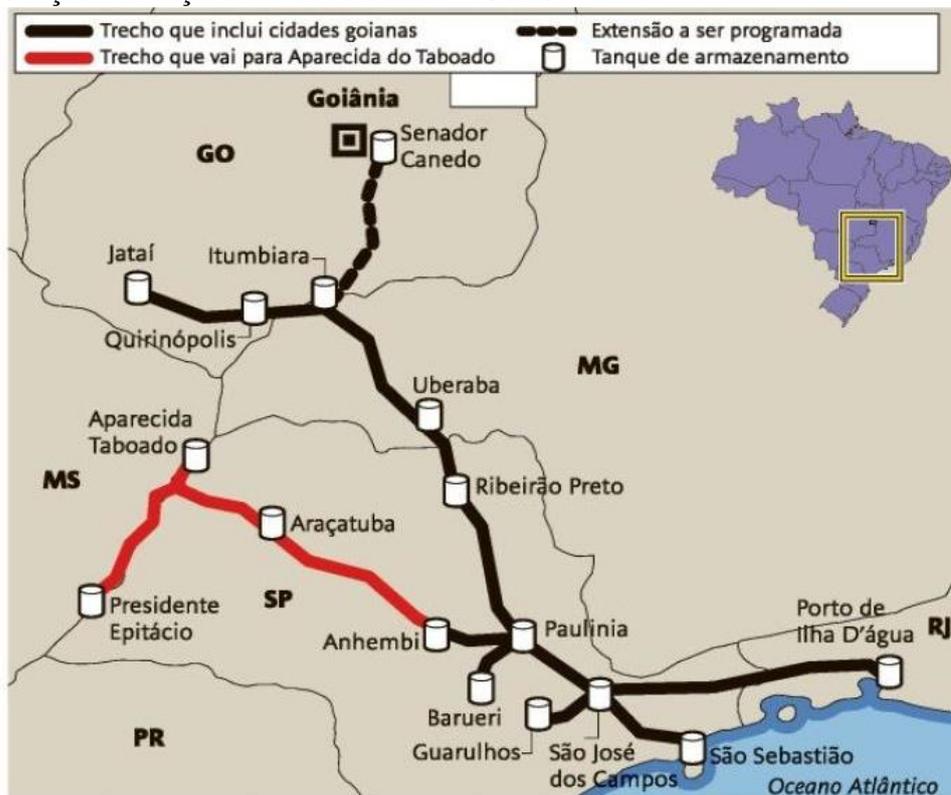
No início da implantação do programa foram aprovados 1.565 projetos, sendo implementados 364. No ano de 2000 o FOMENTAR foi substituído pelo Programa de Desenvolvimento Industrial de Goiás (PRODUZIR) que, até o ano de 2012 foram implementados 650 projetos de 1.399 aprovados. O Programa tem como objetivos incentivar a implantação e expansão ou revitalização de indústrias, estimulando a realização de investimentos, renovação tecnológica e o aumento de competitividade estadual com ênfase na geração de emprego, renda e redução das desigualdades sociais e regionais (ROMANATTO, ARRIEL e LIMA, 2012). Segundo Alves (2009) o incentivo para essas realizações se dá por

meio de financiamento de parcela mensal de ICMS devido pelas empresas beneficiárias, abaixando o custo de produção com produtos mais competitivos no mercado. O FOMENTAR e o PRODUIR contribuíram diretamente com incentivos fiscais para a implantação de empresas sucroalcooleiras.

Alves (2009), afirma que o Estado de Goiás, localizado no centro do Brasil, tem o escoamento da produção para os grandes centros brasileiros facilitado e, ainda conta com a Ferrovia Norte-Sul e o projeto de construção do alcoolduto entre Senador Canedo e Paulínia, no estado de São Paulo, chegando até o porto de São Sebastião através de um duto já existente.

Também, não se pode deixar de comentar que a experiência e estrutura industrial produtiva das usinas e destilarias instaladas, junto com a desregulamentação do setor sucroenergético, o aumento do uso de carros movidos a álcool e a crescente demanda e oferta do produto, somam para o crescimento da produção no estado. A seguir, uma ilustração da ligação do alcoolduto que liga São Paulo à Goiás.

Ilustração 2: Traçado do alcoolduto em Goiás.



Fonte: O Popular, 2011.

Atualmente o alcoolduto ou etanolduto está em operação no trecho Uberaba (MG) à Paulínia (SP). Nesses dois trechos tem 351 km de extensão com capacidade de transporte de 20,923 m³ de etanol por ano. Em 2017 há a previsão para que o alcoolduto esteja totalmente

operante (NOVA CANA, 2016). Ainda é o duto que faz a ligação entre o município de Senador Canedo e Itumbiara que se encontra operante.

Até formalizar o afastamento do Governo Federal das intervenções e regulamentações na produção sucroalcooleira, o período de 1985 até 1990 foi marcado por conflitos entre empresários do setor e o processo regulatório, principalmente no que tange a política de fixação do preço do álcool etílico. Segundo Baccarin (2005), os empresários buscavam uma indenização do Governo Federal alegando que o preço do álcool estava sendo estabelecido abaixo do custo de produção.

Havia, obviamente, argumentos por parte do estado em continuar regulamentando o setor sucroalcooleiro relacionados ao ciclo da cana, que a cada 5 anos de cultivo havia incerteza de investimentos privados, a dificuldade de armazenagem do álcool e ao fato da produção de energia, “considerado um produto estratégico” que, contribui para o meio ambiente por se tratar de uma energia renovável e, ainda reduz a poluição atmosférica ao ser misturado com a gasolina (BACCARIN, 2005).

Durante sessenta anos o setor sucroalcooleiro esteve regulamentado pelo Governo Federal e, a partir de março de 1990 com a extinção do Instituto do Açúcar e Alcool (IAA), dentre outros motivos já citados, as intervenções diretas são encerradas no setor.

Com a substituição do Estado pelo mercado na regulamentação do setor, a garantia ou obtenção de competitividade e eficiência econômica requereu ações e transformações que alteraram a estrutura de mercado das empresas e a dinâmica de atuação do setor. Houve o acirramento da competição intercapitalista, manifestado por ações adotadas pelas agroindústrias, como especialização, diversificação e diferenciação do produto, aumento e melhoria da produção, verticalização, melhorias tecnológicas produtivas (mecanização e quimificação) e organizacionais (informatização), terceirização das atividades de apoio, crescimento com novas unidades e em direção a novas regiões (BORGES, COSTA, 2009, p. 4).

O afastamento do Governo, como regulador, foi sentido no meio institucional, organizacional, na fixação de preços dos insumos e produtos, plano de safra e nas políticas de sustentação do preço do álcool combustível e da cana-de-açúcar. Com a desregulamentação do setor sucroalcooleiro, a mudança imediatista verificada foi a privatização das exportações de açúcar (BACCARIN, 2005).

O estado pretendia com a desregulamentação do setor sucroalcooleiro os seguintes objetivos, conforme enumera Baccarin (2005): primeiro, alcançar melhoria na situação fiscal e estabilidade monetária, com medidas liberalizantes, devido a crise que o País passava, financeira e fiscal. Esses mercados, agora livres, nacional e internacionalmente, trariam e/ou retomariam investimentos produtivos favorecendo o dinamismo econômico.

Em segunda posição, com a queda dos preços do petróleo e, também a exportação da gasolina com preços baixos, manter o PROÁLCOOL possuía as suas dificuldades. Também “ficava difícil manter uma situação muito diferenciada para um ramo, se os demais ramos da agropecuária conviviam com menor proteção pública” (BACCARIN, 2005, p. 175).

A desregulamentação do setor sucroalcooleiro modificou o modo como o estado intervinha nas empresas. Apresenta-se no próximo subtítulo, a possibilidade de instalação de novos grupos empresariais ou a extensão dos grupos já existentes em que há uma dependência financeira com o Estado, dar-se-á exemplo do Grupo Cosan S/A que chegou ao estado de Goiás.

1.2.EXPANSÃO DA PRODUÇÃO CANAVIEIRA NO CERRADO GOIANO PÓS 1990

Há uma grande discussão sobre a expansão da cana-de-açúcar no estado de Goiás. Sabe-se que essa expansão tem ocorrido de forma relativamente acelerada. Partindo do ano de 1990, nosso recorte temporal inicial, segundo IBGE, Goiás alcançou a sétima posição no ranking dos estados que mais produziram cana-de-açúcar em quantidade. No ano de 1991 a produção caiu e o estado rebaixou para a sexta posição. Nos treze anos seguintes, de 1992 até o ano de 2005, Goiás oscilou nas sextas e sétimas posições. Em 2006 subiu para a quinta posição, com o aumento da produção foi para a quarta posição em 2008 e, desde 2011 está na terceira, entre os maiores produtores de cana-de-açúcar do Brasil, no ranking liderado por São Paulo. No último dado que se tem no IBGE, em 2014 foram produzidos em Goiás 69.377.930 de toneladas de cana-de-açúcar em uma área plantada e colhida de 882.216 hectares.

No estado de Goiás, segundo Castro et al. (2008) *apud* Carvalho e Marin (2011, p. 164), há uma concentração espacial de agroindústrias canavieiras nas mesorregiões Centro e Sul do Estado, principalmente no Sul onde estão 74% das instalações, destacando-se as microrregiões: “Meia Ponte, Sudoeste e Vale do Rio dos Bois. Em seguida, aparece a mesorregião Centro Goiano com 21 usinas, destas mais da metade estão localizadas na microrregião de Ceres”.

Destas 21 usinas que estão no Centro Goiano, três estão próximas a micobracia da Gameleira. As usinas são a Jales Machado, em Goianésia, a Cooper Rubi, em Rubiataba e a CRV Industrial, em Carmo do Rio verde, esta última, a mais próxima da microbacia. Estas usinas estão localizadas na Microrregião Ceres.

A forma como a expansão do cultivo de cana-de-açúcar vem ocorrendo é desigual nas regiões do estado. Até o ano de 2009, a porção norte de Goiás teve áreas menores de cultivo e ocorreu em substituição de vegetação natural e pastagem. Enquanto na região sul, a expansão

foi mais intensa, principalmente a partir de 2005, avançando em áreas de outras culturas e ainda competindo com a soja (SILVA e CASTRO, 2011).

A região Sul de Goiás obteve maiores atrativos para o cultivo da cana-de-açúcar devido aos fatores

condicionantes do meio físico, sobretudo condições edafoclimáticas favoráveis [...] logística. [...] encontra-se nessa região o alcoolduto de Senador Canedo [...]. [...] porto de São Simão, no rio Paranaíba, próximo a Quirinópolis, no Sul Goiano, integrante do sistema da hidrovia do rio Paraná. No que se refere ao meio físico, observa-se que a declividade, elemento de grande relevância para a inserção de novas tecnologias para o cultivo, apresenta valores que variam de 0 a 12%, sendo de 0 a 6% os mais representativos. Tais valores são considerados adequados para o uso de tecnologias modernas na agricultura, tais como as que compõem o maquinário para o cultivo e a colheita mecanizada da cana-de-açúcar, além de reduzir o custo de transporte. [...] os Latossolos Vermelhos e Vermelhos-amarelos, considerados como de alta a média aptidão agrícola para a cultura da cana-de-açúcar (CASTRO et al, 2007 *apud* SILVA e CASTRO, 2011, p. 18).

Ao escrever um trabalho sobre a expansão da cana-de-açúcar no Sudoeste de Goiás, a bióloga Íria Oliveira Franco (2014, p. 496) descreve os principais critérios que levam à instalação do setor sucroenergético em determinadas áreas espaciais. Baseada em Camellini e Castillo (2012) a autora enumera:

1) físicos – disponibilidade de terras agricultáveis; adequação dos solos às necessidades da planta; existência de condições clinográficas adequadas; clima e disponibilidade hídrica; 2) econômicos – custo da terra; estrutura para fornecimento de insumos e serviços; disponibilidade de força de trabalho; 3) infraestruturais e políticos – boa condição logística; disponibilidade de variedades adaptadas; legislação ambiental com poucas restrições; restrições das áreas de plantio; vantagens decorrentes de benefícios fiscais.

Enfatizando um aspecto citado acima, o assessor técnico do Ministério da Agricultura, José Roberto, o estado de Goiás permite a expansão do setor sucroenergético devido as características tributárias, como diz:

[...] Goiás em áreas livres da burocracia das leis ambientais e uma política tributária mais flexível. Com o problema do ICMS o produto fica menos competitivo [...]. Além dos benefícios e uma carga tributária menos sufocante, Goiás recebeu usinas que vieram de São Paulo. “Eles preferiram expandir seus negócios em Goiás. O Estado teve uma grande expansão nos últimos três anos, com 25 novas usinas que se instalaram lá” (GOVERNO DE GOIÁS, 2010 *apud* SANTOS, 2011, p. 8).

Ferreira e Deus (2010), afirmam que em Goiás o interesse para a implantação de novas usinas e a expansão do plantio de cana é ocorrido por razões de ordem econômica e ambiental. Na ordem econômica, temos as terras mais baratas em comparação com as terras do estado de São Paulo, juntamente com a infraestrutura implantada e a localização geográfica que

somam para a circulação da produção. No que diz respeito às características nutricionais dos solos, as terras são consideradas potencialmente favoráveis para o cultivo de cana-de-açúcar.

Os tipos de áreas em que há a substituição pela cana-de-açúcar, não são homogêneas em todo o estado. De acordo com Franco (2014), ao norte do estado, a expansão do cultivo de cana-de-açúcar ocorre sobre o Cerrado e na porção sul, em áreas antes destinadas à agropecuária. Ainda, segundo o autor, os tipos de uso do solo que tiveram maiores diminuições pela entrada da cana foram a agricultura, em primeiro lugar; seguida pelo Cerrado, em segundo lugar; áreas de matas na porção sul do estado, em terceiro lugar; e, a pecuária, em quarta e última posição.

Ainda, no que se diz respeito aos fatores ambientais, Santos (2011), afirma que a expansão do setor canavieiro se beneficia com a topografia plana e solo já trabalhado por outras culturas, como a soja e as pastagens. Para tanto, o secretário de Agroenergia do Ministério da Agricultura, sobre o Cerrado goiano, afirma:

[...] a região tem “aptidão para o setor, por fatores como terras férteis e planas (que facilitam a mecanização), quantidade de chuvas e até preços das terras. Segundo ele, Goiás tem condições de aumentar a produção porque São Paulo “produz muita cana” e tem menos área para crescer (FOLHA DE SÃO PAULO, 2009 *apud* SANTOS, 2011).

No estado, o setor sucroalcooleiro se beneficiou dos incentivos fiscais, a logística, a disponibilidade de terras propícias para o cultivo da cana com preços menores comparados a região Sudeste. As terras também são adquiridas para o cultivo da cana por arrendamento tanto pelas empresas como por terceiros (LIMA, 2010 *apud* QUEIROZ, 2010).

“Em 1999, contabilizavam-se 12 agroindústrias em operação e, em 2007, contabilizam ao todo 100 agroindústrias, sendo que 25 se encontram em operação, 23 em fase de implantação, 16 em análise, 21 em fase de cadastramento e 15 apresentam dados disponíveis que não permitem sua definição” (CARVALHO, MARIN, 2011, p. 164).

De acordo com Santos (2011), até o final da década de 1990 no estado de Goiás haviam 15 indústrias agroenergéticas. A partir dos anos 2000 um novo fluxo migratório, chamado de terceira marcha para o oeste brasileiro, ocorre novos deslocamentos de empresas e trabalhadores para o estado.

Neste processo, a modernização da agricultura canavieira levou à criação de políticas de incentivos para a sua expansão em diversas regiões do País, até então não ocupadas. Grandes empresários foram atraídos para essas regiões (PIETRAFESA, 2007 *apud* SANTOS, 2011).

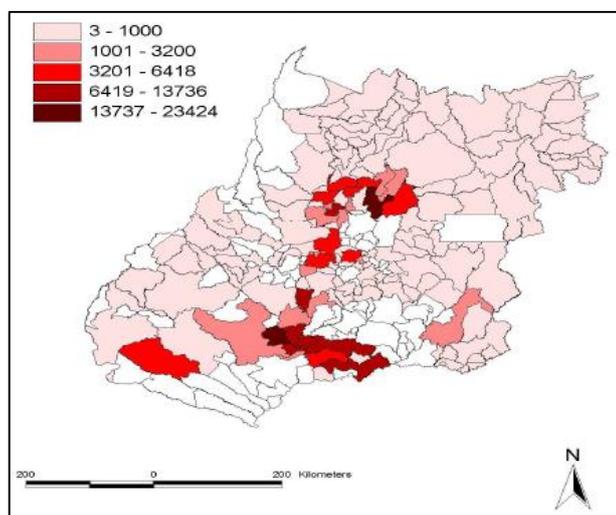
De acordo com dados do IBGE, em 2005 o município de Santa Helena de Goiás estava em primeiro lugar em produção e área de cultivo de cana-de-açúcar, com respectivamente, 1.873.920 toneladas e 23.424 hectares ocupados com cana-de-açúcar. Em segundo lugar têm-se o município de Goianésia, com 1.620.000 toneladas e 18.000 hectares de cultivo de cana.

Até o ano de 2005, a maior parte dos municípios do estado de Goiás não possuíam o cultivo de cana-de-açúcar como atividade principal, e sua destinação era somente para o trato de animais em período de seca (CARRIJO e MIZIARA, 2009)

O estado de Goiás, a partir do ano de 2006, passou a fazer parte do Plano Nacional de Agroenergia. Este plano aborda ações para a produção de energia renovável a partir de produtos agrícolas (SANTOS, 2011).

Na ilustração a seguir, mostra as áreas no estado de Goiás ocupadas com cana-de-açúcar.

Ilustração 3 – Figura da distribuição do cultivo de cana-de-açúcar em Goiás no ano de 2005



Fonte: Carrijo e Miziara, 2009.

Essa figura, Carrijo e Miziara (2009), demonstra a área de produção de cana-de-açúcar no estado de Goiás. Os autores afirmam que as áreas de cultivo de cana-de-açúcar em 2005 são mais semelhantes com a distribuição da agricultura nos anos 1970 e 1975 do que em 1995, marcado pelo pós Fronteira Agrícola.

“Em 2009, o número de agroindústrias atuando no processamento da cana-de-açúcar cresceu para 33, com a expectativa de inauguração de mais quatro até o final desse ano (UDOP, 2010)”. Ainda completam que “a produção de cana-de-açúcar no estado vem crescendo

nos últimos anos, passou de 6,8 milhões de toneladas, em 1990, para 52 milhões de toneladas na safra 2010/11, segundo estimativa da CONAB (2010)”. (CARVALHO, MARIN, 2011, p. 164).

Em 2011 haviam 33 usinas em operação e, agora, em 2016, são 34. Com os dados mais recentes do IBGE, de 2014, os três municípios que mais produzem cana-de-açúcar em quantidade, respectivamente, são: Quirinópolis, com 6.771.809 de toneladas com uma área plantada de 76.804 ha; Itumbiara, com 3.552.300 de toneladas com uma área plantada de 52.000 ha; Goiatuba, com 3.440.140 com uma área plantada de 41.800 ha.

Na microrregião Sudoeste Goiano, em 2011, contava com uma área cultivada de cana-de-açúcar de 263.549 ha. Compunha 6% da área cultivada com cana-de-açúcar em Goiás nesse mesmo ano.

Em 2003 quando a produção de automóvel *flex fuel* teve início, havia apenas 2,8% do total de veículos produzidos no Brasil. Em 2011, já se contavam com 77,5% produzidos. No campo de vendas, esse tipo de veículo representava, em 2011, 74,3% de todos os tipos de veículos vendidos no Brasil (LIMA *et al.*, 2014).

Houve, então, uma alta demanda de etanol. Para suprir, principalmente o mercado interno, foi aumentado a produção de cana-de-açúcar. Muitos estados brasileiros aumentaram suas produções, como ocorreu em Goiás, que ganhou grande participação na produção nacional. A expansão da cana-de-açúcar em Goiás, em quantidade produzida, avançou 399,8% entre 2002 e 2012 (LIMA *et al.* 2014).

No ano de 2006, haviam 11 destilarias em operação no estado de Goiás, em 2007 o número subiu para 17, em 2008 tinham 28 destilarias e, em 2009 subiu para 36. As 36 agroindústrias produziram cerca de 2,7 bilhões de litros de etanol e 1,7 milhões de toneladas de açúcar em 2009 (SEPLAN, 2010, *apud* LIMA e GARCIA, 2011).

Analisando os rendimentos das safras 2006/2007 a 2009/2010 é perceptível um crescimento em ritmo acelerado tanto em área como em produção do cultivo canavieiro. Porém, comparando as safras 2009/2010 e 2010/2011 vê-se uma diminuição da produtividade em 5,8%, segundo dados da CONAB (2011). Em justificativa da própria CONAB, a redução da produção canavieira não ocorreu somente no estado de Goiás e sim em toda a região Centro-Sul, consequência de chuvas abaixo da média na região (SANTOS, 2011).

Há quem diga que o crescimento da produção sucroenergética no estado é devido a “vocação da região para o agronegócio”, porém é devido, principalmente, aos benefícios dos fatores ambientais e estatais, consideravelmente este último. No ano de 2010, Goiás subiu da

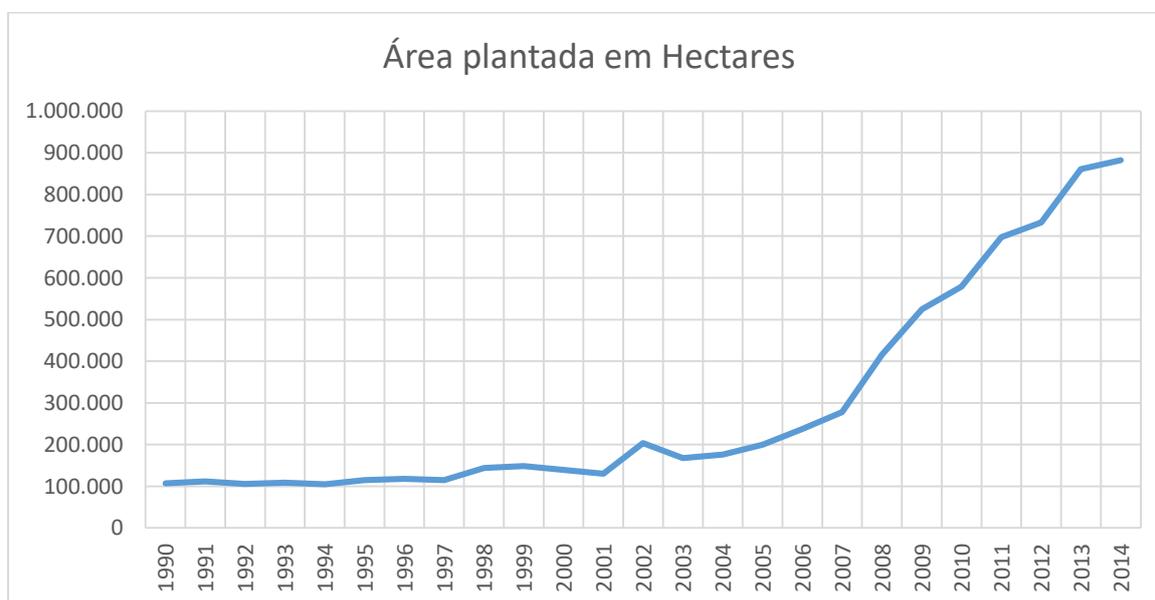
quarta para a segunda posição nacional na produção de etanol. Nesse mesmo ano, o governo estadual dispensou R\$ 28,1 bilhões da receita em arrecadações de impostos. Este valor é equivalente a cinquenta contratos de incentivos fiscais assinados com usinas de etanol e açúcar (PIETRAFESA, SAUER e SANTOS, 2011).

Segundo o boletim informativo da Federação da Agricultura e Pecuária de Goiás (FAEG, 2008), o estado é líder nacional em atração de investimentos no setor canavieiro além de contar com uma grande quantidade de agricultores familiares que produzem outros derivados da cana-de-açúcar, ocupando uma posição de destaque no agronegócio goiano, com tendência a crescimento.

A agroindústria canvieira goiana cresce rapidamente, saltando de 10 milhões de toneladas de cana-de-açúcar em 2001, para 33 milhões em 2008, representando um aumento de 225% em sete anos (SEPLAN, 2009).

No gráfico a seguir, estão os valores da expansão da cana-de-açúcar em área no estado de Goiás.

Gráfico 1: Evolução da área de cultivo de cana-de-açúcar no estado de Goiás



Elaboração: Levi Júnio de Camargo, 2016.

Fonte: IMB

A partir do gráfico, observa-se que no ano de 2001 houve progresso na expansão da cana-de-açúcar. Esse crescimento está pautado nos processos de desregulamentação abordados e a entrada do Estado como financiador de capital.

Silva e Peixinho (2012, p. 103) afirmam que “a expansão da área de cultivo de cana-de-açúcar no estado ocorreu, prioritariamente, na porção sul, onde diversas unidades industriais

do setor sucroenergético se instalaram no período”. Os autores se referem a primeira década do século XXI.

À exemplo do que os autores afirmam, o grupo Cosan S/A, maior grupo do setor sucroenergético da atualidade, de acordo com Silva e Peixinho (2012), com maior concentração de sua produção no estado de São Paulo, criou um polo produtivo de três unidades industriais no estado de Goiás. Uma em funcionamento no município de Jataí e outras duas com previsão de instalação em Montividiu e Paraúna.

A entrada do Grupo Cosan S/A em Goiás se deu pelos atrativos financeiros proporcionados pelo Estado. A unidade de Jataí financiou 639 milhões de reais do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) e, ainda contou com incentivos fiscais estaduais do Programa PRODUZIR, em que se beneficia com a isenção de até 73% de ICMS (Imposto Sobre a Circulação de Mercadorias e Serviços), afirmam Silva e Peixinho (2012).

1.3. A PRODUÇÃO DE CANA-DE-AÇÚCAR EM CERES (GO)

No estado de Goiás, a produção de álcool e açúcar se alavancou a partir de programas como o FOMENTAR e o PRODUZIR. O FOMENTAR (Fundo de Participação e Fomento a Industrialização de Goiás), visto em indústrias mais antigas e, o PRODUZIR (Programa de Desenvolvimento Industrial de Goiás), mais recente. O FOMENTAR Foi “instituído pelo Governo do Estado de Goiás no ano de 1984, no âmbito da ‘Guerra Fiscal’ e objetivava atrair grandes empresas e indústrias para Goiás, baseado na isenção temporária do pagamento de 70% sobre o ICMS”. Esse financiamento tinha um prazo para resgate de 5 anos tendo 2 anos de carência. (FERREIRA, 2010, p. 28).

Esses programas atraíram indústrias para o estado e ampliou as áreas de Cultivo. Na microrregião Ceres, de acordo com o Instituto Mauro Borges, no ano de 2000 havia 25.155 ha colhidos de cana-de-açúcar e, em 2014 saltou para 102.009 ha.

No Município de Ceres (GO) que já foi sede de uma Colônia Agrícola, com cultivo de culturas tradicionais, atualmente é conferido uma diminuição expressiva na produção devido o fortalecimento de seu centro urbano.

De acordo com Freitas e Mello (2014), o Brasil buscou atender novas demandas de um sistema produtivo em processo de modernização com a elaboração e implantação da Marcha para o Oeste pelo Estado Novo. Nesta perspectiva tinha-se planos para o estado de Goiás

protagonizar em âmbito nacional. O homem, até então, utilizava o meio natural como recurso para a sua sobrevivência sem a aplicação de técnicas. Posteriormente, surgiu o meio técnico sobreposto ao meio natural, que veio para aumentar a produção e intimidar as limitações do meio natural objetivando a produção econômica.

Nas décadas de 1930 e 1940 houve o processo de “interiorização do território Nacional” (FREITAS e MELLO, 2014, p. 472) com as Colônias Agrícolas Nacionais (CANs) que assentavam colonos e os colocavam para produzir de forma moderna sobre uma gleba de terra com subsídios do Governo Federal, e no final de um período pré-estabelecido, alcançando seu mérito de produção, poderia receber a posse da terra.

Entre esses e outros processos, não sendo objetivo do trabalho destaca-los, foi instalada a primeira Colônia no Estado de Goiás, a CANG. Por meio da propaganda, disseminada pelo Departamento de Imprensa e Propaganda (DIP), de acordo com Freitas e Mello (2014), criada exclusivamente para levar a população brasileira os discursos da Marcha para o Oeste instigando a migração para a Colônia. A CANG “tinha o objetivo principal de atrair agricultores de todas as partes do Brasil para ocupar o interior do país visando à implantação de uma agricultura moderna (FERREIRA e DEUS, 2010, p.68).

As Colônias Agrícolas foram instaladas em lugares considerados promissores, descritos no Decreto Federal nº 2.009, de 9 de fevereiro de 1940. Na CANG o solo foi considerado fértil, estava as margens de um rio perene e caudaloso e, também o clima foi considerado favorável para as culturas tradicionais a ser cultivadas pelos colonos. “Nesse sentido, o Cerrado, domínio morfoclimático predominante no Planalto Central, era visto como espaço natural a ser transformado a partir do processo de modernização produtiva” (FREITAS e MELLO, 2014, p. 475).

Ao iniciar o processo de cultivo na CANG, os colonos pretendiam trabalhar com as suas experiências nas formas tradicionais

Waibel (1958) relata que os colonos pensavam em reproduzir o modelo de agricultura tradicional; ou seja, derrubar e queimar as matas, usar a terra até sua exaustão e, em seguida, migrar para uma nova área. Entretanto, um dos objetivos do processo de colonização implementado pelo Estado era criar mecanismos para fixar o homem na terra e romper com a atividade agrícola migratória. Almejou-se consolidar um modelo de permanência na terra, fazendo com que a rotação de cultura substituísse a rotação de terras (FREITAS e MELLO, 2014, p. 475).

Com esse objetivo modernizador da agricultura, os colonos cultivaram com os equipamentos recebidos. Segundo Dayrell (1974) os primeiros colonos que chegavam recebiam 20 ha com uma casa de tijolos, um burro, uma carroça, outras ferramentas e assistência técnica

sobre a sua gleba. Os principais resultados da produção foram concretizados em 1947. Em seu total da produção, primeiro, abastecia o mercado local e o restante, mediado por Anápolis, era comercializado com outros centros urbanos (FREITAS e MELLO, 2014). A tabela a seguir mostra as principais culturas cultivadas.

Tabela 01: Produção agrícola da CANG – 1947, 1950, 1951, 1952, 1953

Produto	Unidade	1947	1950	1951	1952	1953
Arroz	Saca 60 Kg	220.000	420.596	362.642	272.920	276.000
Milho	Saca 60 Kg	500.000	25.475	202.625	136.349	248.000
Feijão	Saca 60 Kg	65.000	18.169	29.455	140.187	86.000
Açúcar	Saca 60 Kg	5.000	-	-	-	-
Algodão	Saca 60 Kg	10.000	99.213	261.369	129.974	220.000
Café	Saca 60 Kg	-	-	22.540	8.036	14.600
Cana	Kg	-	3.129.830	36.856.869	43.725 ton	32.024 ton
Mandioca	Kg	-	6.436.718	35.272.961	20.088.783	41.448 ton
Farinha	Saca 60 Kg	35.000	-	-	-	-

Fonte: Dayrel (1974) *apud* Castilho (2012)

Analisando os dados da tabela 01 e diante do que já foi escrito anteriormente considera-se que, em produção, a CANG caminhava para o êxito. Não foi bem isso que ocorreu. Resumidamente, os agricultores se instalaram na Colônia em condições precárias, eles chegaram à Colônia de forma precária. Iniciaram o “batente” com métodos tradicionais sem empregar técnicas de produção. Mesmo assim a produção não parou. Em 1953 novas culturas foram cultivadas na região, como o amendoim, mamona, batatinha e frutas, obtendo uma produção expressiva.

Há um dado de destaque para o período, da tabela 01. Houve queda na produção de arroz a partir do ano de 1951 e, segundo Castilho (2012), foi incentivado o cultivo de café e algodão com a intenção de manter o colono junto a terra. A CANG, então, passava-se por um período de crise em que os colonos estavam com suas esperanças e expectativas diminutas sobre uma melhora nas condições de trabalho e produção.

Na Colônia também havia a criação de animais, porém com restrições. Castilho (2012) afirma que o objetivo do projeto era voltado para a agricultura, dessa forma as glebas dos colonos não poderiam ser transformadas em áreas de pecuária. A tabela 02, a seguir, mostra que em 1953 já havia 14 mil cabeças de gado entre outros animais.

Tabela 02 – Pecuária na CANG em 1953

Produto	Quantidade (cabeças)
Bovinos	14.000
Equinos e Muares	4.000
Caprinos e Ovinos	2.000
Galináceos	228.000
Suínos	48.000

Fonte: Dayrel (1974) *apud* Castilho (2012)

Após cultivos constantes e, mesmo com condições desfavoráveis para os colonos, principalmente para os que chegaram por último, o solo estava degradado, deficiente de nutrientes, sem nenhuma prevenção de erosão e muitas lavouras de arroz e milho se transformaram em pastagens. Além disso, até o ano de 1957 não havia trator ou qualquer implemento agrícola. Pela falta de qualificação e baixa renda, maior parte dos colonos não se adaptaram com a produção agrícola (CASTILHO, 2012).

Na CANG foi construído um núcleo urbano para servir o campo sem a necessidade de emancipação, porém na região havia um importante eleitorado que pressionavam o desligamento da influência federal. No ano de 1954, Ceres já emancipado, contava em sua área urbana com 8 cerealistas que beneficiavam arroz e algodão e, também, um armazém particular para as atividades de ensacamento, beneficiamento, faturamento, pesagem e, ainda, gerenciava as exportações (CASTILHO, 2012).

Antes da emancipação, a produção industrial da CANG era satisfatória. Eram produzidos rapadura, açúcares, farinha de milho e mandioca, óleos vegetais, algodão, tijolos e telhas. Em geral, toda produção, em 1950, foi responsável por 33% do abastecimento do estado de Goiás.

Nessa mesma década, Ceres esteve em plena aceleração da produção, o que atraía empresas transformadoras de alimentos para a região [...] desarticulou a colônia e prejudicou os pequenos agricultores [...]. O sistema de mercado proveniente dessa demanda acabou por desarticular o agricultor familiar. Nesse período, o território brasileiro adotou a revolução agrícola privilegiando as agriculturas de exportação, onde a agricultura básica de tradição perdeu seu espaço sendo expulsas para outros territórios. Diante do domínio do capital mercantil e da valorização das terras, ocorreram vários conflitos entre posseiros, colonos, grileiros e fazendeiros. A pequena propriedade, desde então, passou por uma forte desarticulação cedendo lugar às grandes fazendas que já existiam nas proximidades (CASTILHO, 2012, p. 127).

Esta citação nos mostra a transição de Colônia para Município junto as consequências sofridas pelos lavradores. Os pequenos agricultores, de certa forma, perderam o seu espaço de trabalho. Ao contrário do discurso da CANG, quem estava destinado a abastecer o mercado, interno e externo, seriam as fazendas. A paisagem de Ceres e sua funcionalidade

passava-se por transformações. Deixou de servir o campo e se transformou em polo de desenvolvimento regional, em função da falta de centros urbanos desenvolvidos nas proximidades.

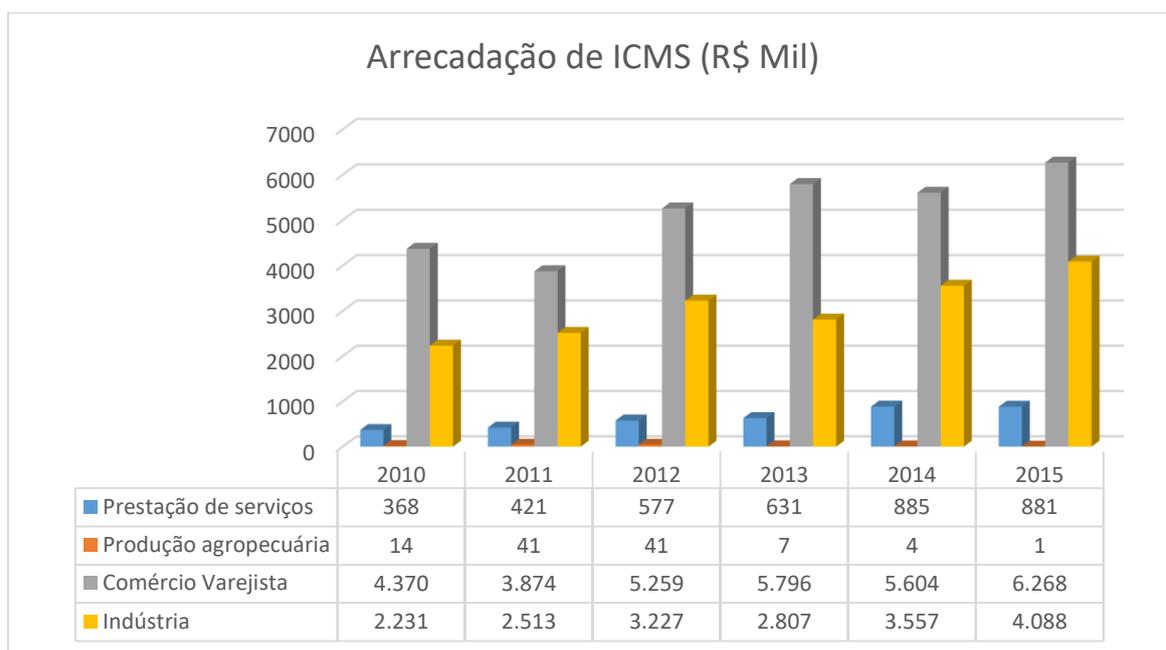
O município continha um quantitativo populacional importante, a prestação de serviços e o comércio satisfazia as necessidades da população regional. Essas novas qualidades, segundo Dayrell (1947) *apud* Castilho (2012), se expressaram a partir do ano de 1960.

Diante desse fato, a população rural, que já foi maioria, se dirigia para a cidade reforçando ainda mais os serviços urbanos. A produção de alguns produtos agrícolas entraram em queda pela falta de auxílio financeiro e qualificação no campo.

Atualmente o centro urbano do município de Ceres (GO) tem atraído a população rural para residir e trabalhar. As propriedades rurais, geralmente são usadas para a produção de gado de corte, cultivo de milho e cana-de-açúcar. Para o cultivo de cana, os proprietários rurais arrendam as suas propriedades para as usinas, que podem ser a CRV Industrial ou a Cooper Rubi, empresas localizadas em Carmo do Rio Verde e Rubiataba, respectivamente, devido a proximidade entre a propriedade e a destilaria.

Ao observar a arrecadação de ICMS do município de Ceres, é destacável que as atividades do centro urbano sobressaem em relação as atividades do Zona Rural. Observe o gráfico 04, em que o comércio varejista é a atividade que obtém o maior índice de arrecadação de ICMS.

Gráfico 02 – Arrecadação de ICMS no município de Ceres (GO)

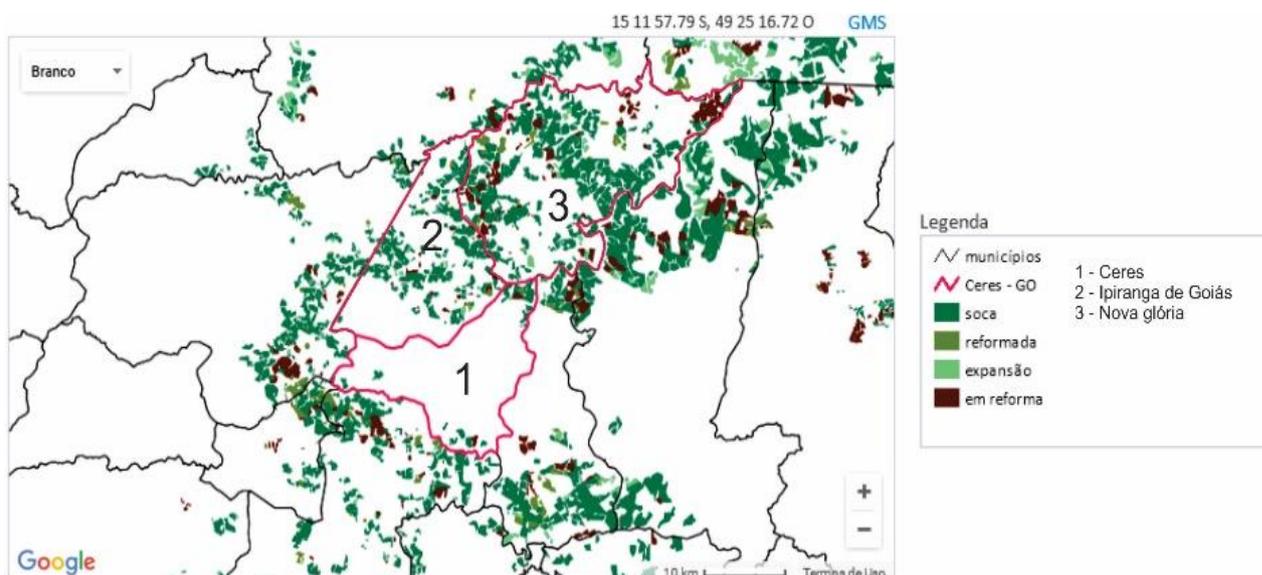


Elaboração: Levi Júnio de Camargo, 2016. Fonte: Instituto Mauro Borges

É visível um contraste entre o início da fundação de Ceres (GO) e o que é apresentado hoje. Inicialmente, no período da CANG, o centro urbano tinha o objetivo de oferecer suporte ao campo, tendo a maioria da população rural. Atualmente apresenta o inverso. Castilho (2012), chama esse processo de (re) funcionalização da área, devido as alterações no quadro socioespacial do município.

O cenário atrai o cultivo de cana-de-açúcar para as áreas rurais do município. Os proprietários rurais não têm a continuidade de produção própria como antes. Sendo assim, buscam alternativas para deixar sua propriedade ocupada e produtiva. Porém, esse processo não ocorre com a maioria das propriedades rurais em Ceres (GO). De acordo com a ilustração 4, a seguir, as áreas de plantação de cana-de-açúcar são retraídas em comparação aos municípios vizinhos. Muitas propriedades rurais têm como principal atividade a criação de gado extensiva para a produção ou não de leite. Para alguns, o leite é a principal fonte de renda enquanto para outros não é. Também há aqueles que criam gado para manter a terra ocupada e “produtiva” sem objetivo de obtenção de renda.

Ilustração 4 – Figura da área ocupada com o cultivo de cana-de-açúcar em Ceres (GO)



Adaptado de CANASAT, 2016.

Como demonstrado na ilustração 04, a cana-de-açúcar não pode ser considerada como um problema para o município quanto a degradação dos solos e de corpos d'água, pois grande parte do município é ocupado por outras culturas ou outras atividades, como já mencionado. Porém, em alguns pontos do município onde há o cultivo de cana, há potencial

para o início e o avanço de degradação em função das características do solo e do relevo, como será visto no capítulo 2, a microbacia do Córrego da Gameleira que tem sido afetada pelo cultivo de cana, a seguir.

2. O CULTIVO DE CANA-DE-AÇÚCAR NA MICROBACIA DO CÓRREGO DA GAMELEIRA EM CERES (GO)

A microbacia do Córrego da Gameleira está localizada no município de Ceres (GO), e seu solo é utilizado para o cultivo de cana-de-açúcar e pastagem. Devido a declividade do relevo, a microbacia pode estar sendo degradada pela erosão associada aos processos de cultivos da cana.

Primeiramente, para discutir as possíveis formas de degradação do solo provocado pelo cultivo de cana-de-açúcar em uma microbacia, é necessário mencionar, de uma forma geral, os impactos que o solo do Cerrado Goiano sofre com esse tipo de cultura. Isso faz-se necessário, devido a microbacia do Córrego da Gameleira estar em área de Cerrado.

2.1. IMPACTOS DA CULTURA DE CANA-DE-AÇÚCAR EM BACIA HIDROGRÁFICA

A acidificação do meio ambiente pode desgastar a vegetação florestal, contaminar a vida aquática levando peixes e plantas à morte. No solo, a prática da queima da palha da cana diminui a sua umidade e a sua porosidade, diminui a fertilidade com a perda de nutrientes em decorrência da exposição do solo aos efeitos erosivos. Também, afeta a matéria orgânica e a fauna. Ainda, há o risco de escapamento do fogo para outras áreas de produção antrópica ou até reservas ambientais (CARVALHO e MARIN, 2011).

Não é difícil encontrar na literatura dos impactos da cana-de-açúcar citações da desproteção do solo em plantios convencionais, em que a cana é plantada após o revolvimento do solo ou a rebrota em áreas que utilizaram a queima da palha. Essas técnicas de cultivo da cana-de-açúcar podem aumentar o escoamento superficial e a desestruturação do solo, aumentando o volume do escoamento superficial e conseqüentemente o desprendimento e deposição de sedimentos em cursos d'água. Experimentos tem detectado que a ocupação do solo nas bacias hidrográficas com o cultivo de cana-de-açúcar, tem influenciado o aumento da vazão, conseqüência da intensidade e volume do escoamento superficial, e a produção de sedimentos (BUENO, QUEIROZ, VANZELA, 2013).

Em áreas de cultivo de cana em bacia hidrográfica, o escoamento superficial, além de sedimentos do solo, carrega consigo os metais depositados pela composição dos contentores de pragas. Esses metais são considerados um dos contaminantes mais comuns nas águas (CORBI et al, 2006).

Em áreas de baixos declives, é usado a mecanização para o cultivo da cana-de-açúcar. As máquinas pesadas compactam o solo, alterando as estruturas do solo, como a porosidade.

Compactação do solo se refere a compressão de solo não saturado, em que a sua densidade sofre com a redução no volume de poros ocupados pelo ar. Os poros são fundamentais para o armazenamento da água no solo (SEVERIANO, 2007).

As causas de erosões nos solos e as suas consequências não são recentes. Desde que o homem começou a interferir no meio ambiente para a prática da agricultura, o equilíbrio natural de sedimentação dos solos iniciou um processo de alteração em sua estrutura.

Costuma-se pensar na erosão como um fenômeno que destrói as terras cultiváveis, produzindo sedimento que irá assorear córregos, canais e reservatórios. O sedimento assim pode ser considerado como uma forma de poluição. No entanto o que mais polui são os fertilizantes químicos e pesticidas usados em grande quantidade na agricultura para manter alto nível de produção. Os resíduos de plantas e os dejetos de animais, algumas vezes com bactérias patológicas, são produtos das atividades da agricultura: quando são conduzidos pelas enxurradas e sedimentos para os córregos, poluindo suas águas. A extensão do movimento desses materiais ou sua contribuição para o problema da poluição ainda não é bem conhecida; a morte de peixes, entretanto, em muitos lugares, sugere que inseticidas orgânicos foram colocados nos rios pelas enxurradas provindas de terras agrícolas (BERTONI E LOMBARDI NETO, 1990, *apud* MACHADO e STIPP, p. 52, 2003).

A erosão do solo provoca a acumulação de sedimentos em partes mais baixas do relevo, são materiais da superfície do solo transportados pela enxurrada que em grandes quantidades podem causar: redução da capacidade dos córregos e reservatórios, danos para a fauna silvestre aquática, elevação dos custos no tratamento de água para uso humano, aumento dos custos na manutenção de rios navegáveis, diminuição do potencial de energia de reservatórios hidrelétricos, diminuição da capacidade do sistema de irrigação (MACHADO e STIPP, 2003).

A erosão é resultante principalmente da desproteção vegetal do solo que, conseqüentemente as chuvas incidem diretamente sobre a superfície. As características do solo como o teor de matéria orgânica, textura, densidade aparente, porosidade, a estrutura, características das encostas, cobertura vegetal, erosividade da chuva, o uso e manejo do solo, são decisivos para a origem e ampliação da erosão. (GUERRA, 2014).

Em decorrência de erosão em solo cultivado, os nutrientes na camada superficial são carregados pela lixiviação como o nitrogênio pela sua solubilidade e o fósforo, adsorvido pelas partículas mais finas do solo (MACHADO e STIPP, 2003).

De forma geral, as erosões não são causadas apenas pela intervenção humana no meio ambiente. Mesmo com cobertura vegetal, o solo sofre um processo erosivo chamado de erosão geológica ou natural, em que ocorre a desagregação e transporte do solo, pelas ações da água pluvial e do vento e, conseqüentemente o depósito desses sedimentos são em locais mais baixos. Essas deposições, com o passar de milhões de anos vão originar rochas sedimentares. Esse processo é natural e equilibrado e faz parte do chamado intemperismo ou meteorização (CHRISTOFOLETTI, 1980).

A erosão acelerada, ou induzida, é mais rápida que a natural, própria da evolução da paisagem, sendo resultado da interferência das atividades humanas, ou animais. Esse fenômeno é entendido como o processo de desprendimento e arraste acelerado das partículas do solo causado pela água ou vento, considerado a principal causa de empobrecimento acelerada das terras (SILVA, SCHULZ e CAMARGO, 2003).

Segundo Martins (2001), a erosão acelerada dos solos é considerada um dos problemas ambientais mais preocupante da atualidade. A autora afirma que apenas no estado de São Paulo, duzentas milhões de toneladas de solo são perdidos por ano. Com isso vem os prejuízos econômicos, consequência da queda de fertilidade natural do solo em que diminui a produtividade, o elevado custo para a recuperação do solo e a perda de insumos agrícolas e sementes. No ambiente, os prejuízos se caracterizam com o processo de assoreamento de cursos d'água e reservatórios e a eutrofização dos corpos d'água.

Com a sua necessidade de plantar, a ação humana rompe com o equilíbrio natural, principalmente em relação ao solo. Em suas necessidades de cultivo, a vegetação natural é retirada, deixando o solo exposto às ações mais intensas das chuvas, dos ventos. O processo erosivo se intensifica e se denomina erosão acelerada (MACHADO e STIPP, 2003).

Conforme esses autores puseram, a erosão acelerada é prejudicial para uma área de cultivo, e para as demais áreas que fazem parte de uma mesma encosta ou vertente. Como também foi dito, nutrientes superficiais importantes para o crescimento da planta, como o nitrogênio, e o fósforo, presente no processo de fotossíntese da planta, são transportados pelo escoamento superficial, que como destino, podem ser depositados em um curso d'água ou em uma parte mais baixa do relevo.

Na preparação do solo para o plantio, o uso de gradagens superficiais de forma contínua, provoca a desestruturação da camada arável, mudando as características do perfil do solo. A parte superficial fica pulverizada e a subsuperficial compactada. Essas mudanças reduzem a velocidade de infiltração da água no solo e o desenvolvimento radicular das plantas. Com isso, o escoamento superficial ganha volume e força, reduzindo o potencial de produtividade da lavoura (MACHADO e STIPP, 2003).

Também, o homem utiliza a terra com correções nutricionais para melhor adaptação de plantas, e ainda cultiva o mesmo tipo muitas vezes sem intervalo, o que afeta o desenvolvimento dos microorganismos e conseqüentemente desequilibra a vida no solo favorecendo o aparecimento de pragas e doenças (MACHADO e STIPP, 2003).

Os tipos mais comuns de erosão em regiões de clima tropical são do tipo hídrica. Ela ocorre por diversos fatores, como a precipitação, os tipos de solo, coberturas e cultivos. A erosão hídrica, é o resultado da energia cinética da água, que com o efeito *splash* desagrega e o escoamento superficial transporta os sedimentos. As formas desse tipo de erosão se dividem em: erosão laminar: remove uniformemente uma fina camada superior do terreno. Geralmente é a erosão que mais transporta material; erosão em sulcos: a concentração da enxurrada causa irregularidades na superfície do solo. Esses sulcos se não contidos, podem se ampliar até formarem grandes cavidades ramificadas que a partir do grau de profundidade se classifica em voçoroca ou ravina (LEPSCH, 2010).

A erosão laminar, também se caracteriza como sendo o primeiro estágio do processo erosivo que compreende um fluxo “mais ou menos regular”, que desce em uma superfície com poucas irregularidades. Conforme esse fluxo vai descendo a encosta ou vertente, a concentração de sedimentos e a velocidade das partículas vão aumentando, estabelecendo um processo erosivo (GUERRA, 2014).

O depósito dos materiais transportados é a última etapa do processo erosivo e ocorrem em duas circunstâncias: quando a força da enxurrada for menor que a necessária para o transporte dos detritos, ou quando for atingido o limite crítico de capacidade de transporte. As conseqüências da deposição dos materiais transportados, prejudica solos férteis, com o recobrimento do horizonte O¹, danos em pastagens e culturas, assoreamento e poluição de corpos d'água (MARTINS, 2001).

¹ Horizonte Orgânico (superficial).

O principal tipo de erosão evidenciado na microbacia do Córrego da Gameleira é a hídrica. Segundo Camargo (2014), nessa área há suscetibilidade de erosões laminar e em sulcos, ocorrendo a laminar principalmente.

2.2. DEGRADAÇÃO NO SOLO DO CERRADO GOIANO PROVOCADO PELO CULTIVO DA CANA-DE-AÇÚCAR

Ao se preparar o solo para a inserção da cana-de-açúcar, tanto durante a reforma quanto na expansão, a terra é bastante revolvida com o maquinário desenvolvido especificamente para esse trabalho. As etapas são a subsolagem, aração e gradagem. Esse processo rompe as camadas compactadas do solo e, ao contrário do arado, a subsolagem não inverte a terra mais profunda para a superfície além de alcançar maiores profundidades, ou seja, há menor movimentação de terra e alcance de maiores profundidades. A subsolagem pode tanto resultar em aumento de produtividade como reduzir os rendimentos da cultura da cana, isso porque cada tipo de solo tem comportamentos diferentes com essa técnica (VASCONCELOS, 2006).

Durante o processo de colheita os veículos do transporte e as máquinas do corte, devido ao grande peso, atuam como agentes compactadores do solo. Com isso o solo muda sua estrutura em que a macroporosidade e, em alguns casos a microporosidade, sofrem diminuição em seu volume. Então, o solo perde parte de capacidade de armazenamento de água e conseqüentemente de nutrientes. Por isso a grande necessidade de utilizar, principalmente a subsolagem para o replantio. A monocultura de cana-de-açúcar apresenta cerca de 12,4 toneladas de perda de terra por hectare ao ano (UNICA 2007).

Silva e Castro (2010), afirmam que a compactação do solo faz referência à compressão do solo não saturado, causando redução do volume dos poros com o rearranjo das partículas sólidas. Com a compactação, o solo tem a sua estrutura interna modificada de acordo com a intensidade da tecnificação usada sobre o solo durante as fases de cultivo da cana-de-açúcar. Os argilosos, são os tipos de solos em que a compactação ocorre com maior acentuação seguido dos solos de textura média e arenosos que também possuem alta susceptibilidade à desagregação.

Em uma parte da microbacia do Córrego da Gameleira o solo é do tipo argissolo. A tecnificação mais intensa com maquinário automotor recebida nessa área é durante a reforma

do canavial, devido a declividade do relevo, não é possível a introdução da colheita mecanizada.

É comum observar em áreas de cultivo de cana-de-açúcar a influência do maquinário utilizado no cultivo em fatores de suprimento de água e ar para as plantas relacionadas com a porosidade desestruturada, a quebra de agregados das unidades estruturais do solo em que modifica o ambiente de crescimento radicular (SILVA e CASTRO, 2014). Com o solo compactado, aumenta a sua densidade e ocorre redução no suprimento de oxigênio, diminui a absorção de nutrientes e conseqüentemente a planta se torna mais suscetível a doenças, principalmente em períodos de estiagem, o que pode prejudicar a própria cultura da cana-de-açúcar e, ainda, pode ocasionar outros impactos como a erosão dos solos (SILVA e CASTRO, 2013).

Em todos os perfis com uso atual cana-de-açúcar a densidade aparente aumenta, se comparados aos perfis de Cerrado. Nos perfis 1 e 2 do LVdf² tal aumento é bastante expressivo em todos os horizontes, tanto superficial como subsuperficial, onde os maiores valores são encontrados nos horizontes A e AB, atingindo cerca de 50 centímetros de profundidade, o que pode estar relacionado ao pé-de-grade (SILVA e CASTRO, 2013, p. 122).

Segundo a Ageitec/Embrapa (2016), toda atividade agrícola que mexe no solo para adequação nutricional para receber uma cultura e ainda aplica defensivos químicos, como fertilizantes, praguicidas, causa algum tipo de impacto ambiental. Porém, os impactos ambientais podem ser reduzidos ao planejar, ocupar o solo criteriosamente e empregar técnicas de conservação de acordo com cada cultura e região.

Ainda de acordo com a Ageitec/Embrapa (2016), o cultivo de cana-de-açúcar provoca os seguintes impactos:

- redução da biodiversidade, causada pelo desmatamento e pela implantação de monocultura;
- contaminação das águas superficiais e subterrâneas e do solo, devido ao excesso de adubos químicos, corretivos minerais, herbicidas e defensivos agrícolas;
- compactação do solo, devido ao tráfego de máquinas pesadas durante o plantio, tratos culturais e colheita;
- assoreamento de corpos d'água, devido à erosão do solo em áreas de reforma;
- emissão de fuligem e gases de efeito estufa, na queima de palha, ao ar livre, durante o período de colheita;
- danos à flora e à fauna, causados por incêndios descontrolados;
- consumo intenso de óleo diesel nas etapas de plantio, colheita e transporte;
- concentração de terras, rendas e condições sub-humanas de trabalho do cortador de cana.

² LVdf: Latossolo Vermelho distroférico típico.

Os resíduos gerados pela industrialização da cana-de-açúcar, ao entrar em contato com o meio ambiente causam malefícios, principalmente se estiver em excesso e não conter tratamento adequado. A seguir tem-se uma tabela com as principais fontes de poluição da água e do solo advindos do cultivo de cana-de-açúcar.

Tabela 03 – Principais resíduos da produção de açúcar e álcool.

Resíduos	Características principais	Destino
Água de lavagem de cana	Vol: 2-7 m ³ /tc* DBO**: 200-1200 mg/l pH: 4,8	Fertirrigação Recirculação Tratamento e/ou descarte
Água de condensadores barométricos e dos multijatos	Vol: 10-20 m ³ /tc* DBO**: 100-300 mg/l T= 35-40 °C	Fertirrigação Recirculação Tratamento e/ou descarte
Água da lavagem de equipamentos e pisos	Alta concentração de sólidos sedimentáveis DBO**: 400-1500 mg/l	Fertirrigação Descarte
Águas residuais domésticas	75-120 /dia trabalhado Presença de coliformes	Fossas e sumidouros
Vinhaça	156 l/tc* (destilaria anexa) 910 l/tc* (destilaria autônoma) Alto potencial produtor	Fertirrigação Fermentação anaeróbica Combustão em caldeiras
Torta de filtro	30-40 Kg/tc* Alto DBO**	Fertilizante, produção de ceras
Material particulado e gases provenientes da queima do bagaço de cana		Atmosfera com ou sem equipamentos de controle

*Tonelada de colmo **Demanda bioquímica de oxigênio
Fonte: Lora (2000) apud AGEITEC/EMBRAPA, 2016.

Quando é discutido sobre a degradação do solo, refere-se à deterioração da qualidade ou perda parcial ou integral de uma ou mais finalidades do solo. Para a agricultura, é essencial que os nutrientes, ar, água, suporte para as raízes, capacidade de infiltração estejam com a sua capacidade nutricional e os seus perfis conservados. A degradação do solo reduz sua capacidade em desempenhar funções, deixando de ser capaz de manter ou sustentar a vegetação (SILVA e CASTRO, 2014).

Um dos grandes problemas ambientais destacados pelo cultivo de cana-de-açúcar é a poluição atmosférica ocasionada pela queima da palha, processo preparatório para a colheita manual. Essa técnica provoca agravamento do efeito estufa, acidificação do solo e água pela emissão de gases e partículas poluentes, que retornam à superfície durante a precipitação (CARVALHO e MARIN, 2011).

Tem-se discutido, e sendo o mais conhecido, os problemas que a queima da palha da cana traz ao meio ambiente em diversas áreas das ciências. De acordo com a Lei Estadual Nº 15.834, de 23 de novembro de 2006, a queima da palha da cana-de-açúcar deverá diminuir a sua proporção gradativamente nos canaviais entre os anos de 2008 a 2028, sendo neste último extinta a prática da queima.

Nesse processo de erosão, causado principalmente no período chuvoso, mas que também pode ocorrer durante a irrigação, mas que a palha da cana-de-açúcar ajuda no processo de contenção ou amenização do avanço de erosões. Segundo Mendonça (2013), a palha em contato direto com o solo mais o dossel da cana-de-açúcar proporciona maior rugosidade hidráulica.

O processo erosivo é um fenômeno geológico natural e benéfico para a renovação dos solos. Ocorre de forma lenta e a cobertura vegetal protege os horizontes, tornando-se um processo equilibrado na formação do solo e no desgaste erosivo. Porém, a ação antrópica acelera o processo erosivo, principalmente quando a vegetação natural é removida (SILVA E LUCHIARI, 2016).

Schiavetti e Camargo (2002), dizem que problemas decorrentes da erosão dos solos e do assoreamento estão relacionados com o uso inadequado de áreas com a agricultura e pecuária, aonde retira parcial ou totalmente matas de encostas e matas ciliares.

De forma geral, a própria planta reduz a energia cinética da chuva com as suas folhas mais altas, o dossel, evitando o efeito splash, e a palha reduz a velocidade do escoamento, o que proporciona mais infiltração e menos desprendimentos e transporte do solo.

Se a palha da cana-de-açúcar não é queimada para o corte, então é necessário introduzir máquinas para o corte. A colheita mecanizada da cana tem provocado alterações no comportamento das propriedades físicas do solo e na produtividade dos canaviais, com o processo de compactação do solo (MENDONÇA, 2013).

Segundo Mendonça (2013), o ciclo da cana-de-açúcar se inicia com o plantio da muda, também chamado de tolete, que brota, perfilha e matura. Daí recebe-se o primeiro corte da cana-planta, como é chamado o primeiro ciclo. O próximo ciclo se inicia com a brota da soqueira, chamada de cana-soca. A cada ciclo, repetidos em intervalos anuais, há uma perda na produtividade agrícola. Chega um momento em que a rentabilidade da planta fica comprometida, então é necessário refazer o manejo com novas mudas, ação denominada de reforma.

De acordo com o estudo laboratorial de Mendonça (2013), em que se fez a comparação de perda de solo em ciclos de corte com palha queimada e cana crua. De acordo com o estudo da autora, no corte com a queima da palha houve perdas superiores ao limite tolerável de $6,67 \text{ t ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$, enquanto no corte de cana crua, as perdas de solos foram inferiores ao limite tolerável. Explica-se este fato, no primeiro experimento com a queima da palha, a ausência de cobertura vegetal sobre a superfície do solo, sendo insuficiente para o controle de erosão. Ainda, o estudo revela que com a sucessão do corte com a cana crua os valores de perdas de solos diminuíram, pois vai acumulando palha sobre o solo dificultando o desprendimento e transporte do solo pelo escoamento superficial, cada vez mais.

Com a expansão da cana-de-açúcar, como já foi mencionado os motivos anteriormente, a degradação ambiental tem causado diversas consequências no solo, principalmente pelos impactos erosivos, nos cursos d'água e na vida aquática pela contaminação de insumos de manejo utilizado no cultivo da planta.

De acordo com Barbalho e De-Campos (2010), com a expansão da monocultura de cana-de-açúcar em Goiás os habitats, a biodiversidade e o solo tem sido afetado perdendo as suas propriedades. Nos recursos hídricos superficiais e subsuperficiais incidem a poluição química e ainda a redução da disponibilidade hídrica em função da captação de água para a irrigação.

Os solos que mais tem sofrido impacto com o cultivo de cana-de-açúcar no estado de Goiás são os do tipo Latossolos. Segundo Barbalho e De-Campos (2010), esse tipos de solo estão 45% do território goiano, principalmente na porção centro-sul do estado e, as usinas de álcool projetadas, em implantação ou em funcionamento estão localizadas em sua maioria sobre essa classe de solo.

Sobre os solos que recebem o cultivo de cana-de-açúcar, é utilizado a fertirrigação com vinhaça, que pode melhorar a agregação e a porosidade do solo. A vinhaça é muito utilizada para a recuperação do potencial dos solos por conter elevado teor de matéria orgânica, porém, com esses benefícios, não é descartável a contaminação de solos, água e alterações na biota (SILVA e CASTRO, 2015). Os autores Barbalho e De-Campos (2010), afirmam que grande parte das usinas sucroenergéticas do estado de Goiás estão localizadas sob substratos arenosos que pertencem à Bacia Sedimentar do Paraná, pertencente a áreas de recarga do aquífero Guarani. Do ponto de vista da conservação dos solos e das águas subterrâneas, tendo o solo como fator drenante, é preocupante a concentração dessas usinas nessas áreas.

As águas superficiais da bacia hidrográfica do rio Paraná que drenam a porção centro-sul do estado de Goiás podem ser as mais atingidas pela fertirrigação, caso o solo fique saturado (BARBALHO e DE-CAMPOS, 2010).

Antes de falar propriamente do potencial de degradação provocado pelo cultivo de cana-de-açúcar na microbacia do Córrego da Gameleira, faz-se necessário compreender os conceitos de bacia hidrográfica, descritos a seguir.

2.3. CONCEITOS DE BACIA HIDROGRÁFICA

Segundo Christofolletti (1980), uma bacia hidrográfica, ou drenagem fluvial, se compõe por um conjunto de canais de escoamento inter-relacionados com um rio principal que drenam uma área.

Para Tucci (2001), a bacia hidrográfica é composta por um conjunto de superfícies vertentes e de uma rede de drenagem formada por cursos de água que se encontram e formam um único leito no exutório. “Pode ser considerada um sistema físico onde a entrada é o volume de água precipitado e a saída é o volume de água escoado pelo exutório” (TUCCI, 2001, p.41).

Bacia hidrográfica, também conhecida como bacia de drenagem, é a área da superfície drenada por um rio principal e seus tributários, limitados por divisores de água. (BOTELHO, 2014). É delineada pelos pontos mais altos do relevo, os divisores de água, na qual a água proveniente das chuvas escorre para os pontos mais baixos, onde se forma um curso d'água.

Uma bacia evidencia a hierarquia dos rios, pois há uma organização natural por ordem de menos volume para os mais caudalosos, que vai das partes mais altas para as mais baixas (SANTOS JUNIOR, 2011). Uma bacia de tamanho menor é chamada de microbacia hidrográfica. Não há exatamente um conceito de definição nem em seu tamanho e uso. Uma bacia hidrográfica pode estar inserida em outras de maior tamanho e, ainda conter um número variado de outras bacias menores, as sub-bacias. Sendo assim, o conceito de microbacia, geralmente associado a projetos de planejamento e conservação ambiental, se usa a mesma conceituação de bacia hidrográfica a condição do estabelecimento de uma área. (BOTELHO, 2014).

Neste contexto, Silva, Schulz e Camargo (2004, p.93), afirmam que a “bacia hidrográfica ou bacia de drenagem é uma área da superfície terrestre que drena água, sedimentos e materiais dissolvidos para uma saída comum”. A bacia hidrográfica pode-se

desenvolver em tamanhos diferentes, com milhões de km² e até com poucos metros quadrados, segundo os autores.

As bacias de drenagem podem ser classificadas, de acordo com o escoamento global, nos tipos: a) exorreicas, quando o escoamento das águas se faz de modo contínuo até o mar ou oceano, isto é, quando as bacias desembocam diretamente no nível marinho; b) endorreicas, quando as drenagens são internas e não possuem escoamento até o mar, desembocando em lagos ou dissipando-se nas areias do deserto, ou perdendo-se nas depressões cársicas; c) arreicas, quando não há nenhuma estruturação em bacias hidrográficas, como nas áreas desérticas onde a precipitação é negligenciável e a atividade dunária é intensa, obscurecendo as linhas e padrões de drenagem; d) criptorreicas, quando as bacias são subterrâneas, como nas áreas cársicas. A drenagem subterrânea acaba por surgir em fontes ou integrar-se em rios subaéreos (CHRISTOFOLETTI, p.102, 1980).

Nas bacias hidrográficas, há ainda, uma hierarquia fluvial que classifica os cursos d'água do conjunto de drenagem da área. Essa classificação se dá por meio de canais de primeira, segunda, terceira ordem e assim sucessivamente. Para compreender essa ideia seguem a numeração:

Para Horton (1945), os canais de primeira ordem são aqueles que não possuem tributários; os canais de segunda ordem somente recebem tributários de primeira ordem; os de terceira ordem podem receber um ou mais tributários de segunda ordem, mas também podem receber afluentes de primeira ordem; os de quarta ordem recebem tributários de terceira ordem e, também, os de ordem inferior. E assim sucessivamente. Todavia, na ordenação proposta por Horton, o rio principal é consignado pelo mesmo número de ordem desde a sua nascente. Para Strahler (1952), os menores canais, sem tributários, são considerados como de primeira ordem, estendendo-se desde a nascente até a confluência; os canais de segunda ordem surgem da confluência de dois canais de primeira ordem, e só recebem afluentes de primeira ordem; os canais de terceira ordem surgem da confluência de dois canais de segunda ordem, podendo receber afluentes de segunda e de primeira ordens; os canais de quarta ordem surgem da confluência de dos canais de terceira ordem, podendo receber tributários das ordens inferiores. E assim sucessivamente. A ordenação proposta por Strahler elimina o conceito de que o rio principal deve ter o mesmo número de ordem em toda a sua extensão e a necessidade de se refazer a numeração a cada confluência (CHRISTOFOLETTI, p. 106, 1980).

De acordo com as duas classificações, de Horton (1945) e Strahler (1952), a microbacia do Córrego da Gameleira possui uma hierarquia fluvial de primeira, segunda e terceira ordem. O que remete a uma bacia hidrográfica de pequeno porte.

Segundo Cunha e Guerra (2010), o conjunto de bacias hidrográficas, independentemente de sua hierarquia, estão interligadas por divisores topográficos que formam uma rede que cada uma delas drenam água, material sólido e dissolvido para um ponto terminal.

Albuquerque e Souza (2015), afirmam que adotando a bacia hidrográfica como uma unidade territorial, é de fundamental importância que se compreenda as características

ambientais junto com a realidade socioeconômica. Sem segregar informações parciais e desconectadas, pois estes podem impactar negativamente a capacidade de suporte do ambiente.

O tamanho da área da bacia para estudar uma problemática deve possuir uma mensuração que seja considerável para se obter os possíveis questionamentos como objeto de estudo. Porto e Porto (2008), afirmam que o tamanho ideal de bacia hidrográfica é aquele que engloba toda a problemática de interesse. Ainda dizem que se pode ter interesse em bacia de 0,5 km² ou numa de mais de 600.000 km², esta última, exemplo do Rio São Francisco.

Torna-se, então, adequado utilizar uma área de bacia hidrográfica para, no caso deste trabalho, pesquisar os impactos do cultivo de cana-de-açúcar. A bacia hidrográfica, como território ou unidade espacial proporciona uma maior amplitude para as discussões ambientais e sociais.

Uma bacia hidrográfica, como a microbacia do Córrego da Gameleira em Ceres (GO), proporciona uma investigação de possível contaminação química e deposição de sedimentos, que podem causar assoreamento, arcados sobre o processo de cultivo de cana-de-açúcar. Mesmo não sendo uma bacia hidrográfica de grande extensão e área, a área campo, é suficiente para comprovar as hipóteses levantadas neste trabalho.

Adotou-se o termo microbacia para a área de estudo conforme a conceituação dos principais autores da área, mencionados neste tópico, com o tamanho de sua extensão. Após esse discurso teórico, item 2.4 traz a caracterização da microbacia do Córrego da Gameleira com o potencial de degradação provocado pelo cultivo de cana-de-açúcar.

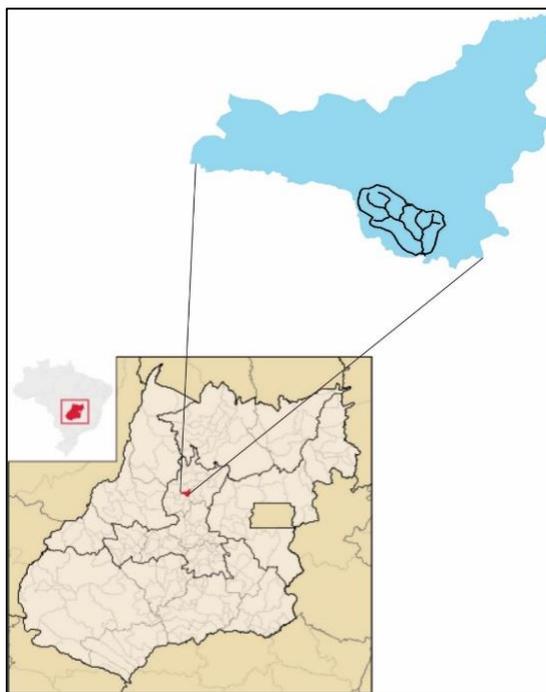
2.4. A CANA-DE-AÇÚCAR E OS IMPACTOS AMBIENTIAIS NA MICROBACIA DO CÓRREGO GAMELEIRA

O Córrego da Gameleira nasce na coordenada geográfica de latitude 15°18'36.73"S e longitude 49°39'38.69"O e deságua na latitude 15°21'9.87"S e longitude 49°35'35.44"O. Toda a sua extensão pertence ao município de Ceres (GO), localizado na Microrregião de mesmo nome, na porção Central do estado de Goiás. Observe, a seguir, a ilustração 5 acerca da localização da microbacia no estado de Goiás.

A bacia hidrográfica, em questão, pode ser classificada como uma microbacia hidrográfica. Como já mencionado, não há exatamente um conceito para uma microbacia, ficando a cargo do tipo de estudo em que se utiliza uma área de bacia hidrográfica. Para Botelho (2014), o termo microbacia tem ganhado popularidade em livros e artigos das Ciências Ambientais, porém ainda existe uma ausência de sua conceituação. Segundo a autora, o

Programa Nacional de Microbacia Hidrográfica (PNMH) através do Decreto-Lei nº 94.076, de 05 de março de 1987, definiu uma microbacia como “sendo uma área drenada por um curso d’água e seus afluentes, a montante de uma determinada seção transversal, para a qual convergem a águas que drenam a área considerada”. Este conceito é igual ao que se refere a bacias hidrográficas.

Ilustração 5 – Figura da localização da Microbacia do Córrego da Gameleira



Modificação: Levi Júnio de Camargo, 2017.

Botelho (2014, p. 273), diz que o termo microbacia hidrográfica pode ser conceituado como uma “unidade espacial mínima, definida a partir da classificação de uma bacia de drenagem em seus diferentes níveis hierárquicos, subdividindo-a até a menor porção possível”. Porém, este conceito não corresponde aos utilizados nos últimos anos por pesquisadores. Então Botelho (2014, p. 273), conclui que a “noção de microbacia está associada à definição de uma dimensão para a área de trabalho. O tamanho dessa área, contudo, não está fixado”.

Acredita-se que o conceito de microbacia esteja fortemente relacionado aos projetos de planejamento e conservação ambiental e que, para sua definição, deve-se acrescentar à própria conceituação de bacia hidrográfica a condição do estabelecimento de uma área, cuja extensão é função da análise de alguns elementos que estarão envolvidos na pesquisa, como técnicas, recursos materiais, equipe de trabalho e tempo disponível (BOTELHO, 2014, p. 273).

A microbacia do Córrego da Gameleira, possui uma área de 14 km². Entende-se por área da bacia, “toda a área drenada pelo conjunto do sistema fluvial, projetada em plano

horizontal” (CRHISTOFOLETTI, 1980, p. 113). “Expressa geralmente em quilômetros quadrados (km²)” (SILVA, SCHULZ, CAMARGO, 2004, p. 96).

Na área, da microbacia, há o cultivo de cana-de-açúcar e pastagem. O Córrego não é utilizado para irrigação de cana-de-açúcar devido seu baixo volume de água em proporção a área cultivada. Mas é usado pelas propriedades rurais para fornecer água para o gado, com pequenas barragens ou acesso direto ao curso d’água.

As consequências da expansão da monocultura de cana-de-açúcar não se resumem apenas em modificar a paisagem do Cerrado e adentrar em áreas de outras culturas, mas sim, também, os impactos que prejudicam o solo e os corpos hídricos. Prova disso, temos processos de fatores potenciais, como a incidência de erosão do tipo laminar e a contaminação química da água, que agridem a microbacia do Córrego da Gameleira.

A partir da visita em área campo, já observado visivelmente a declividade do relevo na microbacia do Córrego da Gameleira, em um período pós-corte manual de cana-de-açúcar em um período de incidências de chuvas, constatou-se lâminas de desprendimentos e transporte de partículas do solo. Conforme a velocidade, resultante da declividade do relevo, e o volume da lâmina d’água, resultante da permeabilidade do solo e do índice pluviométrico, o escoamento pode ganhar força sobre o solo e abrir “rasgos”, chamados de sulcos, no solo, encontrado em alguns pontos da microbacia. Observe a imagem a seguir.

Ilustração 6 – Imagem de marcas de erosão no solo da microbacia do Córrego da Gameleira

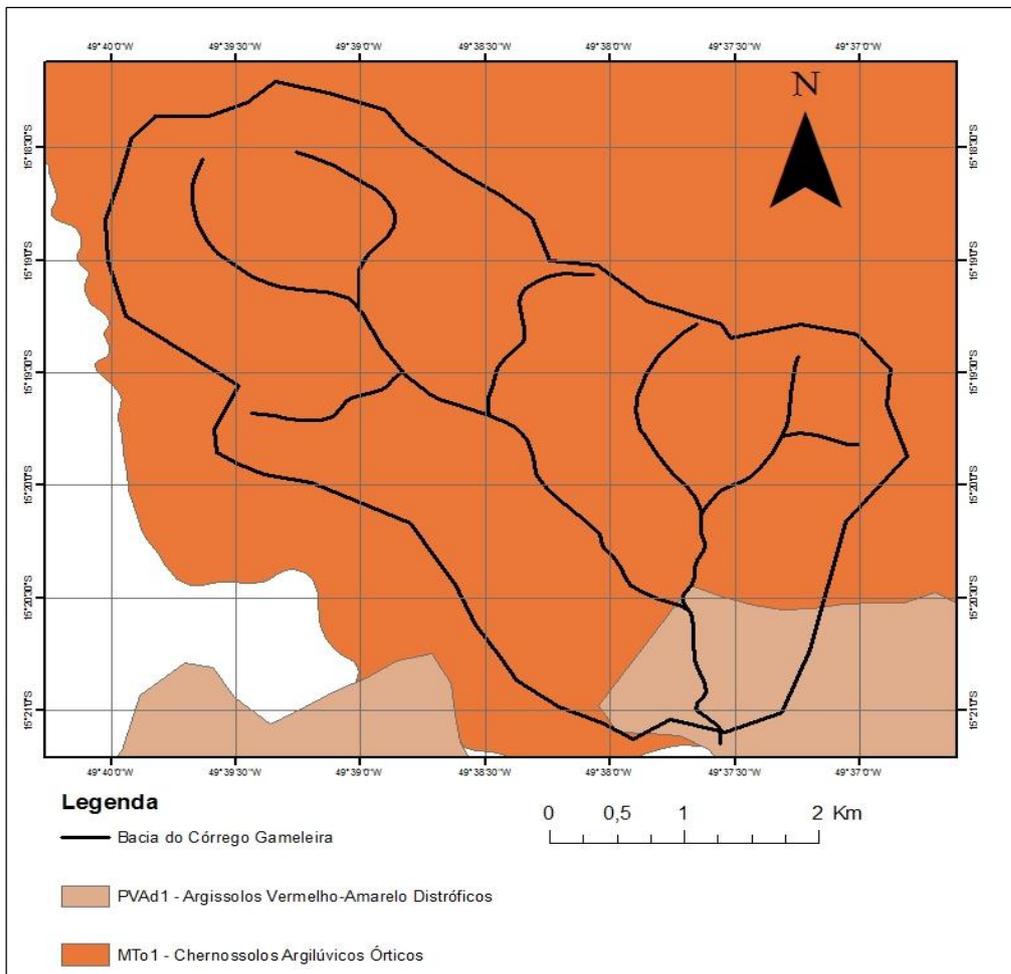


Imagem: Levi Júnio de Camargo, 2016.

Na parte da imagem destacada como erosão laminar, observa-se as características dessa erosão no solo. A aparência mais clara no solo mostra que sedimentos superficiais foram transportados. Ao fundo da imagem, há o início da formação de um sulco, que devido a acentuada declividade do relevo, o escoamento superficial obteve uma concentração maior em que desprende e transportou sedimentos mais profundos.

É preciso identificar a classificação do solo da microbacia para compreender os possíveis danos da ação do cultivo de cana-de-açúcar sobre a área. Para a classificação do solo da microbacia foi retirado informações do Sistema Estadual de Geoformação do Estado de Goiás (SIEG). Esses arquivos estavam com a classificação do solo de 1950, vigorada até o ano de 1999 (Jacomine, 2008). Para a atualização foi utilizado o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS) de 2006 da Embrapa e, também consultado em Spera e Cardoso (2000), assim foi possível elaborar a seguinte ilustração.

Ilustração 7 – Mapa da distribuição dos tipos de solos na Microbacia da Gameleira



Elaboração: Levi Júnio de Camargo, 2017. Fonte: SIEG, 2017.

Conforme a ilustração 7, os solos da Microbacia do Córrego da Gameleira têm as seguintes características, de acordo com a sua classificação:

MTo1 – Os Chernossolos Argilúvicos Órticos tem como características pouca profundidade com horizonte superficial A chernozêmico sobre horizonte B textural avermelhado, com argila de atividade e saturação por bases alta. De acordo com a Agência Embrapa de Informação Tecnológica (AGEITEC) esse tipo de solo “ocorre em quase todas as regiões do Brasil, em pequenas extensões, geralmente associados às rochas pouco ácidas em climas com estação seca acentuada”. Ainda, segundo a Agência, esse solo possui fertilidade bastante elevada com boas condições para o enraizamento em profundidade. Possui limitações como o risco de erosão, de acordo com o seu uso, pois são frequentes em relevo ondulado ou fortemente ondulado, mesmo tendo textura argilosa ou muito argilosa. Também, esse solo é sujeito a compactação quando manejado com maquinário agrícola.

A classe dos PVAd1, Argissolos Vermelho-Amarelos Distróficos, são solos que ocorrem em áreas de relevo acidentados e dissecados. Possuem restrições quanto a sua fertilidade e susceptibilidade de erosão. Os Argissolos estão presentes em todo o território nacional, de acordo com a AGEITEC.

A cana-de-açúcar necessita de solos profundos e de textura argilosos, solos que conseguem reter água. Mas também, essa planta se produz bem em solos de textura arenosa e média. As agroindústrias, além desses tipos de solos, buscam regiões com declives menores a 6% para viabilizar a mecanização (CEDRO, 2008).

Nas imagens a seguir, a ilustração 07, há um recorte da Microbacia retirado do Google Earth e uma fotografia da área-campo, respectivamente, que mostram como o solo tem sido utilizado.

Observa-se na imagem do Google Earth, áreas em que o solo recebeu preparo, devido a ausência de vegetação nativa, solo exposto e os traçados de curvas. Nessas áreas está sendo cultivado a cana-de-açúcar. A presença de vegetação esparsa, árvores ou arbustos, identificam as áreas que são utilizadas para a pastagem. De um ponto da Microbacia, foi feita uma fotografia que em sua parte inferior mostra uma vegetação que se caracteriza como pastagem e em sua parte superior a lavoura de cana-de-açúcar. Ainda, na parte superior da fotografia, vê-se uma declividade do relevo ocupada, em sua maior parte, com o plantio de cana-de-açúcar.

Ilustração 8 – Figura de uso do solo na Microbacia da Gameleira



Fonte: Google Earth. Imagem retirada em mar. 2017.



Imagem: Levi Júnio de Camargo, 2017.

Não é em toda a extensão do Córrego da Gameleira que está presente o cultivo de cana-de-açúcar. Na nascente do Córrego, por exemplo, a área é utilizada para a pastagem.

Na área de cultivo de cana-de-açúcar a incidência de erosão, “resultado do impacto sobre as propriedades físicas do solo que degrada o meio ambiente” (MAGALHÃES, 2001, p.

01), está relacionada com o tipo de cultura e os seus processos de plantio e colheita. Cada sistema de cultivo atribui uma consequência para o solo, principalmente durante a preparação do solo e colheita. Nesse período o solo, de acordo com o manejo, fica desprotegido e recebe diretamente todos os agentes climáticos que inicia o processo de desagregação de partículas.

A desagregação e o transporte das partículas, sob condições idênticas de chuva e de solo, variam de acordo com o sistema de cultivo. Alguns desses sistemas agrícolas ternam um mesmo solo mais suscetível à erosão do que outros. Por exemplo, as culturas anuais (como milho, algodão e soja) deixam a superfície mais exposta do que cultivos perenes (como a seringueira, laranjeira e o cafeeiro) ou semiperenes (como a cana-de-açúcar) (LEPSCH, 2010, p. 195).

Devido ao fato de que os solos com maior erodibilidade são aqueles com maior teor de silte, Wischmeier e Mannering (1969) descobriram que o teor de matéria orgânica tem maior influência justamente sobre solos com maiores teores de silte, porque, nos solos com maior teor de argila, esta pode estar atuando no sentido de aumentar a resistência dos agregados ao impacto das gotas de chuva. O problema é que os solos com alto teor de silte, que são usados agricolamente, sem cuidados de manejo, passam a se tornar mais erodíveis, à medida que perdem matéria orgânica, ao longo do tempo, em especial quando não há reposição desse elemento. Dessa forma, a ruptura dos agregados tende a aumentar, à medida que os solos são usados pela agricultura, paralelamente à diminuição do teor de matéria orgânica. (GUERRA, 2014, p. 20-21).

Em comparação a outros cultivos, a cana-de-açúcar, se tratando de uma cultura semiperene, oferece maior proteção ao solo durante um período maior de tempo. O que pode apresentar desvantagem ao solo com esse cultivo é a ocorrência de precipitação com planta em desenvolvimento, que se a matéria orgânica for perdendo seus elementos o solo tende a ficar mais erodível (LEPSCH, 2010 e GUERRA, 2014).

Nessa discussão, um dos potenciais de agravamento da erosão para a Microbacia da Gameleira está na permanência do cultivo de cana-de-açúcar por longos ciclos, sem a sucessão da cultura por outra que tenha condições de reestruturar a matéria orgânica perdida.

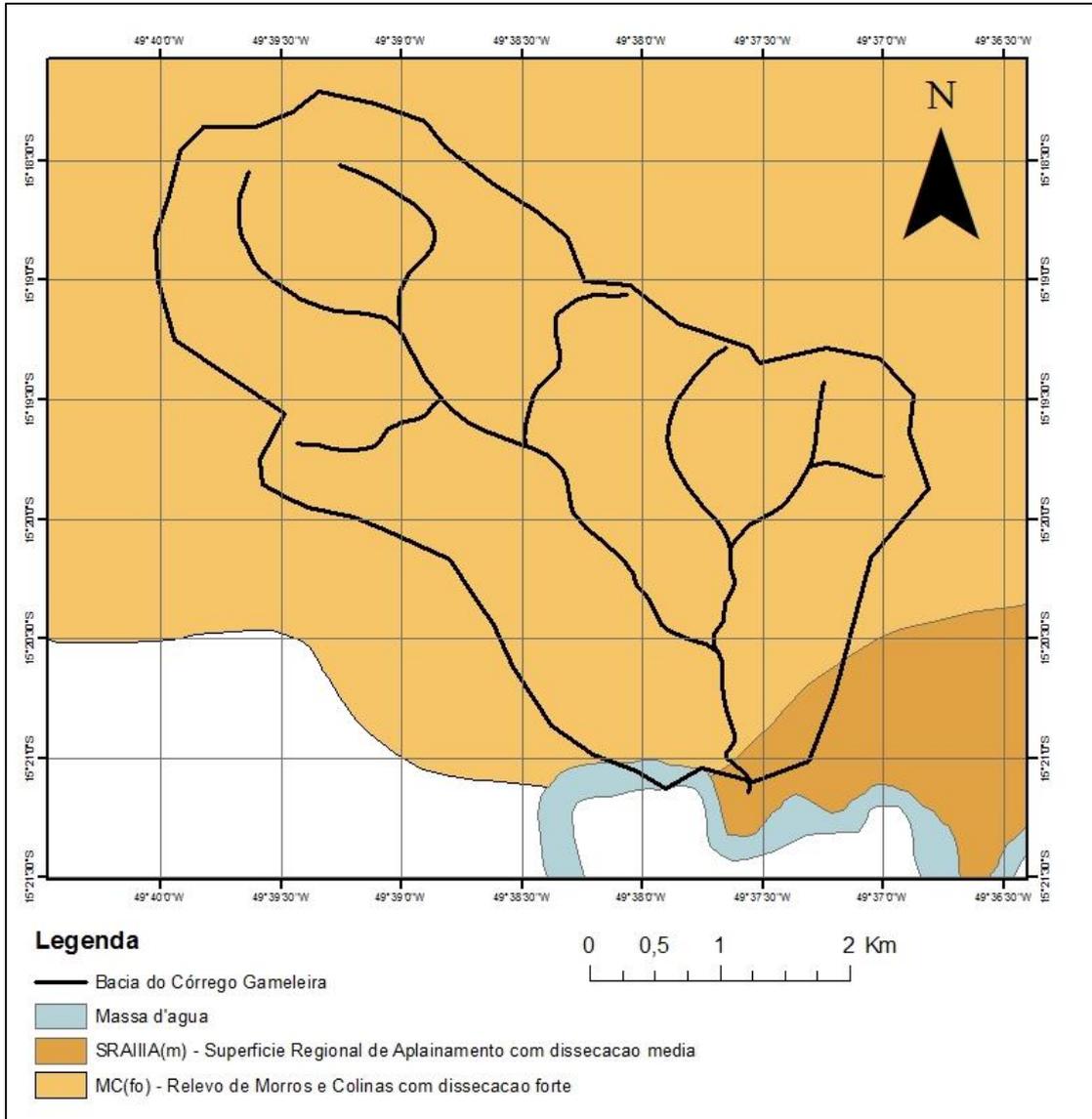
A erosão, além de estar associada com a erodibilidade do solo, também se relaciona com a erosividade da chuva. Segundo Lepsch (2010, p. 146), a “erodibilidade dos solos depende, em grande parte, de suas propriedades, tais como teor de areia, silte e argila, teor de matéria orgânica, densidade aparente, porosidade e estabilidade de agregados, dentre outras”.

Cunha e Guerra (2010, p. 358), explicam que a erosividade da chuva “é medida por parâmetros como o total e intensidade da chuva, momento e energia cinética”, enquanto a erodibilidade do solo, refere-se à resistência do solo em ser erodido e transportado, tem como parâmetros: textura, densidade aparente, porosidade, teor de matéria orgânica, dentre outros.

Outros fatores que também contribui para o processo erosivo do solo é o relevo. No município de Ceres (GO), aonde está a Microbacia do Córrego da Gameleira, é predominante

o relevo de morros e colinas com dissecação forte (LUIZ *et al*, 2010). Na ilustração 9, a seguir, temos o mapa geomorfológico da Microbacia da Gameleira que confirma a presença do relevo do tipo morros e colinas com dissecação forte a média.

Ilustração 9 – Mapa da Geomorfologia da Microbacia da Gameleira



Elaboração: Levi Júnio de Camargo, 2017.

Fonte: Sieg.

Com a dissecação forte do relevo, em sua maior área da Microbacia, há potencial para que o escoamento superficial seja favorecido. Com a ocorrência do escoamento superficial que, conforme o declive, é direcionado para o Córrego da Gameleira, leva-se a deduzir que o seu leito tem recebido sedimentos superficiais do solo, como matéria orgânica, defensivos

agrícolas e produtos de correção nutricional do solo, usados no cultivo da cana-de-açúcar, que são desprendidos e transportados.

Os morros e as colinas se destacam sobre uma superfície de extensão regional situada em uma cota inferior. Grandes áreas constituídas de morros e colinas são remanescentes de litologias mais resistentes à erosão, que foram preservados à medida que uma SRA evolui com tendência recuante, muitas vezes, com um forte controle estrutural (paisagens dobradas, rochas metamórficas com estruturas bem marcadas). [...] em outras situações, associações menores de morros e colinas formam típicos inselbergs que se destacam sobre as superfícies aplainadas circundantes (LATRUBESSE, CARVALHO, 2006, p. 48).

É interessante destacar também, a classificação do grau de erodibilidade do solo que serve para correlacionar com a ilustração 6, mapa da distribuição dos tipos de solos na Microbacia da Gameleira, para melhor entender a propensão aos processos erosivos. A seguir, o quadro 01, caracteriza os tipos de solo com o seu grau de erodibilidade.

Quadro 01 – Solos com suas respectivas classes de erodibilidade

Grau de erodibilidade	Unidades Pedológicas
I – Muito Fraco	Latossolo Roxo, Latossolo Vermelho escuro e Vermelho Amarelo de textura argilosa; solos hidromórficos em relevo plano; Gleissolos, Planossolos, Organossolos, Chernossolos, Neossolos Quartzarênico em relevo plano.
II - Fraco	Latossolo Amarelo e Vermelho Amarelo de textura média argilosa; Terra Roxa estruturada; Latossolo Vermelho escuro.
III – Médio	Argissolo Vermelho Amarelo e Argissolo Vermelho escuro, textura argilosa. Latossolo Vermelho Amarelo, textura argilosa e média; Latossolo Vermelho Amarelo; Terra Bruna.
IV – Forte	Argissolo Vermelho Amarelo não abráptico, textura média-argilosa e média; Cambissolo; Argissolos Vermelho Amarelo de textura médio-arenosa. Plintossolos.
V – Muito Forte	Cambissolos, Neossolos Litólicos, Argissolos Vermelho Amarelo e Vermelho escuro abrupos, textura arenosa-média; Neossolos Quartzarênicos em relevo suave-ondulado e ondulado.

Fonte: XAVIER *et al.*, 2010 e AGEITEC.

Tendo a incidência de solos do tipo Argissolo e Chernossolo, a suscetibilidade de erosão na Microbacia da Gameleira vai desde o grau muito fraco até o forte.

Sabendo as classes de solos onde há o cultivo de cana-de-açúcar com seu grau de erodibilidade, agora parte para identificar as classes de uso do solo e seu grau de suscetibilidade de erosão, para confirmar os prováveis impactos ao solo provocado pela monocultura de cana-de-açúcar aplicadas a Microbacia do Córrego da Gameleira.

Quadro 02 - Classes de uso do solo e seu grau de suscetibilidade de erosão

Classes	Uso e ocupação
1 – Muito Forte	Áreas desmatadas, solo exposto, agricultura não conservacionista; cobertura vegetal de baixo e médio porte, com imensa atividade antrópica.
2 – Forte	Cultura de ciclo longo com baixa densidade, culturas de ciclos curto; cobertura vegetal de baixo e médio porte, com atividade antrópica moderada.
3 – Médio	Cultivos de ciclos longos, pastagens com baixo pisoteio de gado, silvicultura; cobertura vegetal de baixo e médio porte, com atividade antrópica muito reduzida;
4 – Fraco	Formações arbustivas naturais, matas secundárias, cerrados e capoeiras; Cobertura vegetal de porte alto e médio, com atividade antrópica muito reduzida.
5 – Muito Fraco	Florestas e matas naturais com biodiversidade; espelhos d'água e várzeas, cujo potencial erosivo pode ser considerado nulo.

Fonte: XAVIER *et al*, 2010

Com esses dados voltados à Microbacia do Córrego da Gameleira, observa-se que o primeiro passo no manejo do cultivo de cana-de-açúcar é a retirada de toda a vegetação nativa. De acordo com o quadro 02, as áreas desmatadas possuem o grau mais forte para a suscetibilidade de erosão. Quando iniciado o cultivo da monocultura, esta fica na mesma área entre 5 e 7 ciclos de 12 a 18 meses, em média, cada ciclo, fator que se identifica no grau forte de suscetibilidade de erosão.

Ademais, temos o relevo e a geomorfologia, que como já mencionado, a Microbacia do Córrego da Gameleira está sobre um relevo caracterizado morro e colinas dissecados, que são tipos de relevos com um grau de inclinação que propicia velocidade ao escoamento superficial, que no caso da Microbacia, ocorre em solos do tipo Chernossolo e Argissolos, que segundo já descrito nesse trabalho, possui restrições de cultivo devido a forma de relevo em que geralmente estão situados e pelo o risco de erosão.

Se tratando apenas das características físicas da Microbacia, sem a interferência de cultivo semiperene, como a cana-de-açúcar, observa-se potenciais para a ocorrência de processos erosivos. Correlacionando os dados físicos do solo com os dados da interferência do cultivo de cana-de-açúcar no solo, temos um grau médio a forte de suscetibilidade de erosão.

Além dos aspectos físicos do solo e o cultivo de cana-de-açúcar que gera potencial para a incidência de erosão na Microbacia do Córrego da Gameleira, o escoamento superficial é um fator aliado na ocorrência da erosão hídrica, a principal da Microbacia. O escoamento superficial se dá através dos períodos de chuva sobre a Microbacia.

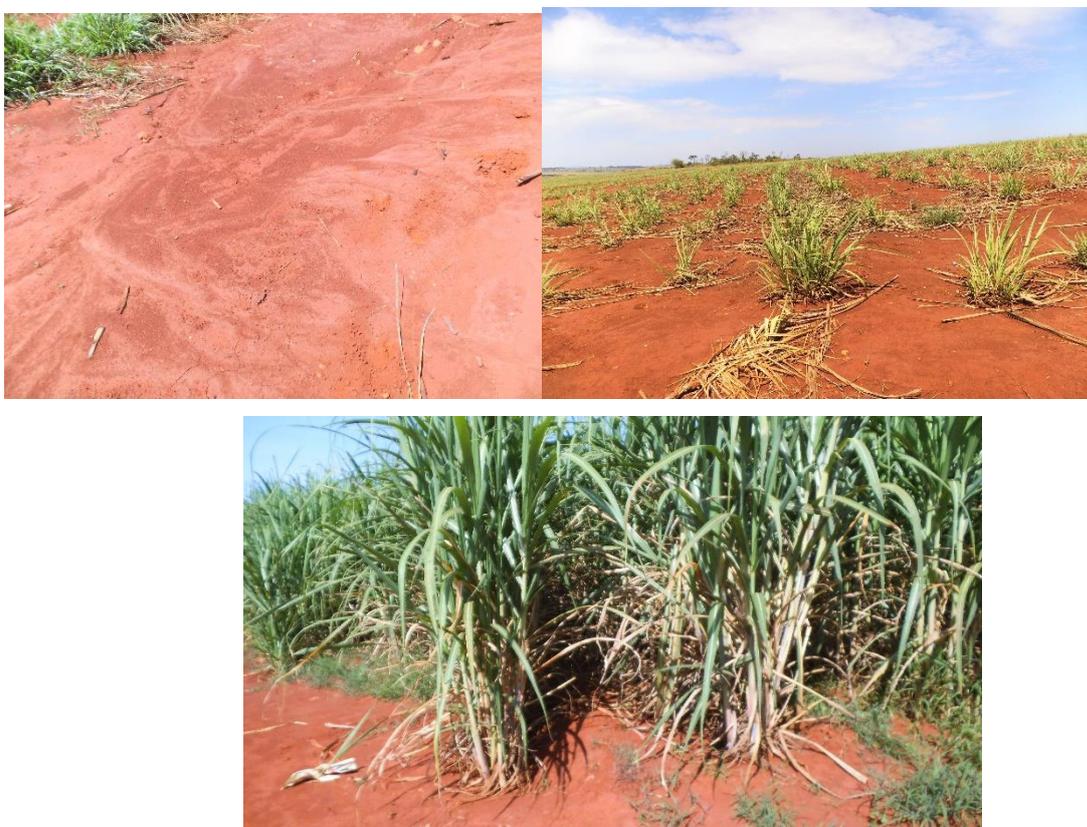
Na região dos Cerrados as chuvas apresentam características bastante particulares, principalmente quanto às grandes flutuações na precipitação mensal. Essa região é ainda afetada pelos veranicos, que são períodos de interrupção da precipitação, que ocorrem durante a estação chuvosa. Outra característica importante das chuvas nos Cerrados é a sua intensidade, que pode atingir valores altos durante a estação chuvosa (ASSAD *et al*, 1994). As chuvas intensas e que, em geral, apresentam curta duração são as que causam as inundações de maior intensidade. Isso ocorre porque as chuvas intensas dificultam a infiltração da água no solo e favorecem a erosão dos solos.

Segundo dados do Sieg, no estado de Goiás e particularmente na Microrregião Ceres, nos meses de outubro a março marcam os maiores índices pluviométricos, com precipitações na casa dos 100 a 350 mm mensais (GOIÁS, 2006). Geralmente nos meses de agosto e setembro ocorre a colheita da cana-de-açúcar, na microbacia do Córrego da Gameleira, então, nos meses seguintes ocorre a rebrota, sendo no início do período chuvoso. A partir do final do mês de novembro e início de dezembro, a planta começa a ter tamanho suficiente para proteger o solo. Ou seja, em aproximadamente dois meses o solo fica exposto aos agentes intempéricos.

Com o relevo da Microbacia sendo do tipo dissecado, o curso principal do Córrego da Gameleira tende a ser afetado, principalmente em período chuvoso, com o escoamento superficial que pode transportar resíduos químicos e partículas do solo até o seu leito.

Na área campo, a erosão laminar é mais visível durante a rebrota da cana-de-açúcar. Com o período chuvoso e o solo exposto, a lixiviação concentra maior volume de água da chuva, a velocidade aumenta, a infiltração diminui e é transportado sedimentos superficiais. Quando a planta está pouco crescida, esse processo é dificultado pelas folhas que servem como “amortecedores” para a água que cai e ainda auxiliam na contenção do fluxo d’água da lixiviação, ou seja, a energia cinética da chuva atinge o solo com menos força, e menor volume de água é escoado. Nas imagens a seguir, temos a planta em fase de crescimento.

Ilustração 10 – Cana de açúcar cultivada na Microbacia do Córrego da Gameleira



Imagens: Levi Júnio de Camargo, 2014 e 2017.

Essas imagens foram tiradas em áreas de solo do tipo argissolo. Na imagem superior a esquerda, é visível os sinais do escoamento superficial com o processo de transporte de sedimentos.

Esses sedimentos transportados, tendem a ser depositados no leito do Córrego da Gameleira, e de acordo com a AGEITEC, é comum no manejo do cultivo de cana-de-açúcar inserir a vinhaça no solo por meio da técnica de fertirrigação. A vinhaça possui temperatura elevada, pH ácido, corrosividade, alto teor potássio, nitrogênio, fósforo, sulfatos e cloretos, que

se entrar em contato com animais aquáticos provoca a eutrofização e até a morte. Os peixes, por exemplo, morrem por asfixia, pois é ocasionado um desequilíbrio no crescimento da vegetação aquática, em que ocorre um alto consumo de oxigênio, ocorrência que não se aplica no Córrego da Gameleira pela falta de evidências palpáveis.

No manejo também é aplicado herbicidas, pesticidas e fertilizantes ao longo do cultivo da cana-de-açúcar. Esses produtos, conforme Corbi *et al* (2006), possuem metais em suas fórmulas e, são considerados como um dos contaminantes mais comuns nas águas, transportados pela lixiviação do solo. Os metais mais comuns apresentados em áreas de cultivo de cana-de-açúcar são o Cobre e o Zinco.

Em consequência do relevo dissecado na Microbacia da Gameleira, parte desses insumos agrícolas que ficam na superfície do solo possivelmente são induzidos ao transporte para o leito do Córrego.

O Córrego da Gameleira, mesmo não tendo um grande volume de água, é utilizado em propriedades rurais. A água serve para o gado, nos serviços de casa, como lavar e cozinhar, produção de leite e seus derivados e até para a criação de peixes. O impacto que o Córrego da Gameleira pode estar sofrendo, não fica isolado, ele tem potencial para se estender para outros corpos d'água e atingir um maior número de usuários, pois seu curso principal desagua no Rio Verde que abastece com as suas águas o Rio das Almas. Abaixo segue uma imagem de uma parte do Córrego da Gameleira.

Ilustração 11 – Córrego da Gameleira

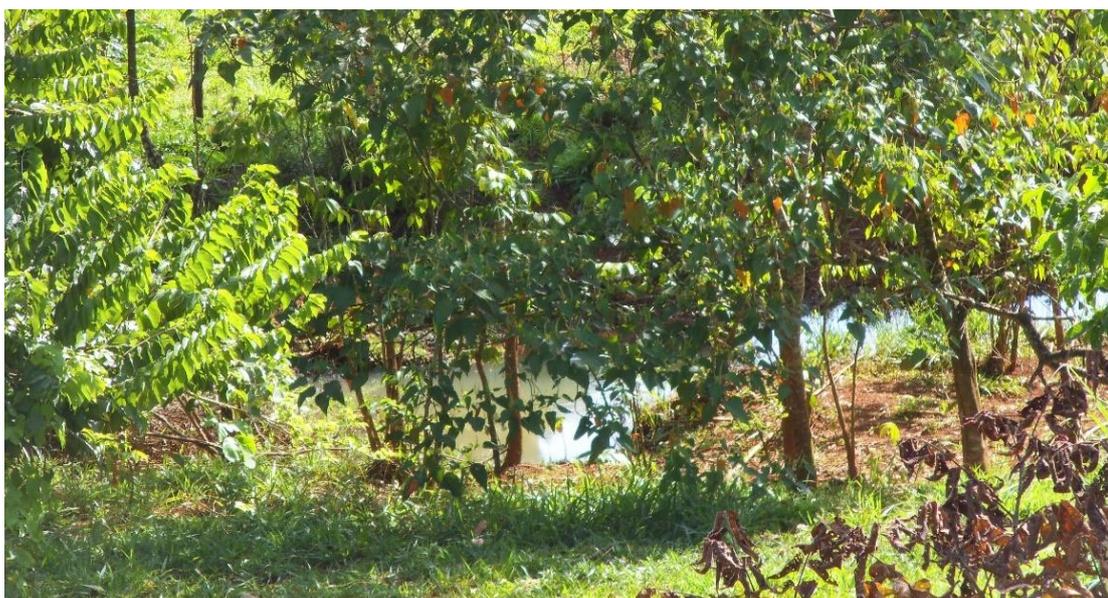


Imagem: Levi Júnio de Camargo, 2016.

Se a cobertura vegetal as margens fosse mais densa, trabalharia como um processo de contenção e filtração dos resíduos que são depositados no corpo d'água pelo escoamento superficial. Um lado do Córrego está ocupado com o cultivo de cana-de-açúcar e do outro com pastagem para a criação de gado. Em ambas as margens do Córrego a vegetação não é suficiente para a sua proteção.

O Código Florestal brasileiro, Lei Nº 12.651, de 25 de maio de 2012, estabelece que cursos d'água com menos de 10 metros de largura deve conter 30 metros de vegetação as suas margens destinadas a área de preservação permanente. O Córrego da Gameleira se enquadra perfeitamente nesta regra, porém não é obedecido na prática.

A vegetação as margens de corpos d'águas é importante para manter preservado um curso. A mata ciliar atua diretamente no sentido de impedir o assoreamento dos corpos d'água, a erosão das bordas e ainda, atua para manter a qualidade da água (BARROS e BARROS, 2016).

Foi observado erosão linear nas paredes do curso d'água. A erosão linear pode se classificar em sulcos, voçorocas e ravinas, já discutidos no item 2.1. É um exemplo claro que o escoamento superficial ganha força conforme vai descendo a vertente da Microbacia, ganhando profundidade pelo o seu percurso e, possivelmente os sedimentos que são desprendidos e transportados são depositados no leito do Córrego, que podem dar início ao processo de assoreamento ou dar prosseguimento ao estágio de assoreamento.

Na bacia do Córrego da Gameleira, o solo fica totalmente exposto no período de reforma do cultivo de cana-de-açúcar. Uma parte da área em que se costuma cultivar a cana, recentemente passou por um processo de reforma. As touceiras, após o último corte, foram arrancadas e o solo recebeu a gradagem. Como ocorreu em um período não chuvoso, o córrego e o solo não sofreram danos provenientes da força hídrica, com a precipitação, como a erosão hídrica. Porém, a exposição total do solo o deixou sobre o domínio de outras forças intempéricas e, ainda possivelmente sofreu alterações em seu horizonte superficial, já que o solo foi revolvido.

Com toda a discussão sobre as características físicas da Microbacia do Córrego da Gameleira, em contexto com as características do solo, quanto a sua textura, origem da rocha, o tipo de relevo dissecado, a influência da chuva sobre os processos erosivos, a erodibilidade dos solos e a suscetibilidade à erosão quanto ao uso do solo, com cana-de-açúcar, fica evidente o potencial de contaminação química do Córrego, que recebe a poluição dos resíduos utilizado no manejo do cultivo de cana-de-açúcar. Principalmente durante o período chuvoso, o Córrego

recebe a deposição desses agentes poluidores, que conforme a direção da vertente, tem o Córrego como receptor do escoamento superficial. Que de alguma forma coloca a vida aquática em risco e o seu próprio leito.

3. ESTRATÉGIAS DE MANEJO DA CULTURA DA CANA-DE-AÇÚCAR PARA AMENIZAR A DEGRADAÇÃO AMBIENTAL EM BACIA HIDROGRÁFICA

Este capítulo tem como objetivo estruturar as intervenções conservacionistas que podem amenizar o potencial efeito da erosão em cultivo de cana-de-açúcar na Microbacia do Córrego da Gameleira.

As práticas de cultivo que buscam diminuir os impactos ambientais são chamadas de conservacionistas. No cultivo de cana-de-açúcar as principais ações são o mínimo revolvimento do solo, manutenção de resíduos na superfície, uso de rotação de culturas e controle de tráfego, no modelo da colheita mecanizada de cana crua. (BOLONHEZI, GONÇALVES, 2015).

A indústria da cana no Brasil é um exemplo importante de sistema de produção sustentável de energia, em larga escala, a partir da biomassa. Na maioria dos aspectos relevantes para a sustentabilidade, a situação hoje é em geral muito boa e tende a melhorar. Não se observam problemas que não possam ser resolvidos com tecnologias existentes (LANÇAS, 2008).

De acordo com Abdala e Ribeiro (2011), a evolução tecnológica e institucional do setor sucroalcooleiro vem buscando formas para amenizar ou eliminar os impactos ambientais causados pelo cultivo de cana-de-açúcar. Dentre os impactos ambientais causados pela cana-de-açúcar, a queimada da cana, a geração de resíduos como a vinhaça e a torta de filtro e o desmatamento, são os que causam maior temor.

Na microbacia do Córrego da Gameleira, a degradação em potencial é a erosão laminar, que ao carregar e transportar a matéria orgânica da superfície do solo, interfere na fertilidade do solo e ainda deposita os resíduos utilizados no cultivo da cana-de-açúcar e partículas do solo no leito do Córrego da Gameleira.

Chamamos de intervenções conservacionistas no canavial todo e qualquer corte e aterro na função de reduzir os processos erosivos. Dentre estas práticas, podemos citar as sangras d'água e caixas secas [...] e, principalmente, a confecção de terraços e canais de escoadouros (BRANQUINHO, p. 110).

Segundo Roseto et al (2008), as práticas conservacionistas e de baixo impacto ambiental estão sendo valorizadas na cultura da cana-de-açúcar não apenas pela consciência ambiental, mas também pelo alto custo dos insumos agrícolas. Atualmente, a racionalização do uso de fertilizantes e o uso de insumos alternativos têm sido prioritários no manejo da cultura.

As práticas conservacionistas são normalmente classificadas em vegetativas, edáficas e mecânicas. As práticas vegetativas são aquelas que envolvem o cultivo de determinadas espécies para o controle da erosão, como, por exemplo, a utilização de faixas de vegetação permanente em nível e em pontos críticos da paisagem. As espécies utilizadas são normalmente aquelas que possuem sistema radicular bastante desenvolvido e oferecem boa cobertura do solo, como as gramíneas. As práticas edáficas são aquelas que atuam na melhoria da qualidade do solo, incluindo a fertilidade e as propriedades físicas, para o melhor desenvolvimento das plantas, mantendo o solo coberto a maior parte do tempo e uma estrutura estável, com boa infiltração de água. Por fim, as práticas mecânicas são aquelas em que são construídas estruturas de terra ou alvenaria com a finalidade de reter ou conduzir a água que escoar na superfície do solo (MARIA, MARTINS, 2015, p. 117).

Como práticas vegetativas, este capítulo traz exemplos dos benefícios da adoção da rotação de cultivos, o plantio direto como exemplo para as práticas edáficas e para as práticas mecânicas, o terraceamento. Essas práticas conservacionistas, são caracterizadas para observar a possibilidade de inserção no cultivo de cana-de-açúcar na microbacia do Córrego da Gameleira. No tópico a seguir, a primeira prática descrita é o terraceamento.

3.1. A PRÁTICA DE TERRACEAMENTO EM CULTURA DE CANA-DE-AÇÚCAR

Como a erosão está associada a chuvas intensas, propriedades físicas do solo, topografia e cobertura do terreno, que é a principal causa da degradação dos solos cultivados em ambientes tropicais e subtropicais, é necessário que haja um planejamento de projetos e práticas conservacionistas para o controle da erosão em toda a propriedade agrícola (MARIA, MARTINS, 2015).

A cana-de-açúcar é uma planta que tem o seu crescimento considerado rápido, que em alguns meses cobre e protege a superfície do solo, porém, práticas conservacionistas são necessárias para o controle da erosão do solo, comumente feitas no ano de reforma em função das condições de clima, solo e topografia. (MARIA, MARTINS, 2015).

A prática para o controle da erosão mais utilizada no cultivo de cana-de-açúcar são os terraços. É uma prática mecânica e uma técnica para o controle do escoamento superficial da água da enxurrada. Para o controle de erosão, é a técnica mais conhecida e utilizada pelos agricultores. Os terraços são estruturas de terra que interceptam a enxurrada. Sua função é reduzir o volume a velocidade da enxurrada, permitindo que as partículas de solo se depositem e que o teor de sedimentos na água que escoar seja reduzido. O terraço ajuda a reter a água do escoamento superficial para posterior infiltração ou condução segura para um local estável. Os terraços são utilizados para reduzir a erosão laminar e em sulcos, prevenindo a formação de sulcos profundos e pequenas ravinas (MARIA, MARTINS, 2015).

O terraceamento, prática extremamente difundida na cultura canavieira, é geralmente feito em nível, adotando distâncias verticais específicas (DV) e comumente embutidos ou de base larga. Existem procedimentos pouco adotados, porém de alta eficiência, utilizando terraços em desnível, levando a água dos talhões para canais escoadouros, que devem ser dimensionados, escoando a água dos talhões (BRANQUINHO, 2015, p. 110).

Na microbacia do Córrego da Gameleira, havendo a contenção da erosão, reduz a deposição de resíduos superficiais no leito do Córrego.

Devido a declividade do relevo não ser acentuada ao ponto de haver necessidade de construção de terraços, o plantio da cana-de-açúcar na microbacia, na maior parte da área, segue em linha reta. Isso pode ocorrer porque a erosão laminar não é evasiva no solo, sendo apenas superficial, que de alguma forma, o proprietário do cultivo pode estar subestimando seus efeitos de degradação. Há, então, a necessidade, de no mínimo, adotar curvas de nível para conter o início e o avanço da erosão laminar.

Nessa microbacia, a erosão laminar é o principal impacto ambiental, então, conseqüentemente esta acarreta em outras formas de degradação. Se a erosão é ocasionada a partir do excesso do escoamento superficial em que o solo é incapaz de permeabilizar, este resulta no arrasto de resíduos que estão sobre a superfície do solo para o leito do Córrego da Gameleira. Havendo a contenção da erosão, e defendendo o Córrego de receber o escoamento.

Além dos terraços ou mesmo curvas de nível, outra prática conservacionista observada para a microbacia é o plantio direto, descrita no próximo tópico.

3.2.O SISTEMA DE PLANTIO DIRETO NO CULTIVO DE CANA-DE-AÇÚCAR

O conceito de plantio direto está sendo bastante discutido e, em alguns casos, vem sendo substituído por uma mobilização profunda e intensa do solo, utilizando o preparo em faixas, ou seja, o cultivo mínimo (LANÇAS, 2008). O sistema de plantio direto, no Brasil, ainda é pouco utilizado no cultivo de cana-de-açúcar em relação a produção de soja (BOLONHEZI, GONÇALVES, 2015).

O SPD já é adotado em algumas culturas anuais no Brasil. Recentemente o setor sucroalcooleiro vem despertando interesse nesse sistema de plantio. Com a expansão do cultivo de cana-de-açúcar em áreas do Cerrado, que podem chegar a ambientes mais restritivos em termos de clima e fertilidades dos solos, o SPD de cana-de-açúcar, com a eliminação das operações de preparo do solo que demandam implementos e tratores com elevado consumo de combustível e mão de obra, associados a outras práticas conservacionistas como rotação de

culturas, manutenção do palhicho na superfície do solo e terraceamento para conservação do solo e da água, pode ser uma alternativa promissora ao setor sucroalcooleiro (SANTOS JUNIOR et al, 2015).

O Sistema de Plantio Direto (SPD), já acontece em regiões tradicionais de cana-de-açúcar do estado de São Paulo, em cidades como Jaboticabal, Sertãozinho, Ribeirão Preto, Guariba e outras onde se consolidou a colheita mecânica de cana-crua. É feito a semeadura de amendoim ou de soja, logo após a dessecação do canavial, sem uso de prévia subsolagem (COLETI, 2009).

Para a conservação de nascentes e mananciais em propriedades rurais, a adoção de medidas protetivas para o solo e da vegetação, como a eliminação de queimadas, replantio de matas nativas, implantação de curvas de nível e o plantio direto, são capazes de amenizar as ameaças dos impactos ambientais. Além disso, o sistema de plantio direto apresenta benefícios na retenção e infiltração da água no solo, consequentemente reduz a erosão e a perda de nutrientes, que são arrastados para as partes mais baixas do relevo. Evita o assoreamento de rios, ajuda a enriquecer o solo, mantendo matéria orgânica na superfície por mais tempo e ainda reduz a compactação do solo (BARROS e BARROS, 2016).

Quando o plantio não é direto, o que ocorre na microbacia da Córrego da Gameleira, pode-se observar que o solo fica prejudicado, em termos de degradação, pela erosão no período do corte, rebrota e reforma, já que não há a palhada da cana servindo como proteção para o solo. O solo fica exposto e, ainda durante a reforma tem toda a terra da área revolvida, ao invés de abrir apenas os sulcos necessários para o plantio, que deixam as partículas do solo desagregadas facilitando, ainda mais, na suscetibilidade de erosão.

Diferentemente de como é praticado nas áreas grãos, o plantio direto de cana-de-açúcar deverá ser associado aos quatro pilares básicos listados a seguir: i) cobertura do solo; ii) rotação de culturas iii); revolvimento mínimo; iv) controle e redução do tráfego. Os dois primeiros pilares são facilmente aplicáveis à cana-de-açúcar, enquanto que o revolvimento mínimo dependerá do um tráfego adequado na condução do canavial, que não acarrete elevados índices de compactação do solo. Neste sentido, o controle e a redução do tráfego auxiliam na redução da compactação do solo e ainda redução do pisoteio de soqueiras, possibilitando assim a execução do cultivo mínimo durante a reforma do canavial (CARVALHO, BRAUNBECK, CHAGAS, 2012, p. 3).

As vantagens do Sistema de Plantio Direto, são a eliminação das grades e readequação dos demais equipamentos, a redução de custos, maior flexibilidade para executar a operação de preparo, menor demanda de máquinas, a manutenção da palhada na superfície, maiores facilidades para a sistematização da colheita mecanizada e redução ou até mesmo a

eliminação de terraços, em caso de declives abaixo de 5%, sem vestígios de erosão. Um dos objetivos do SPD é o provimento de água à cultura por meio do revolvimento mínimo do solo, de tal forma que combine a operação mecânica com o período que antecede as grandes chuvas de verão, possibilitando a captação de água e sua retenção no solo para o plantio futuro (COLETI, 2009).

Segundo os autores Carvalho, Braunbeck, Chagas (2012), não foram encontrados resultados de pesquisas na literatura que avaliasse a adoção do plantio direto baseado nos quatro pilares básicos. Individualmente foi observado que a cobertura do solo, rotação de culturas, revolvimento mínimo, controle e redução do tráfego são viáveis economicamente e resultam em diversos benefícios ambientais.

Os benefícios ambientais atribuídos a adoção do plantio direto são a melhora dos atributos químicos, físicos e biológicos do solo, a redução de emissões de CO₂, devido a não adoção da queima da palha da cana e pela diminuição do tempo de uso de maquinário para o cultivo, mantém a umidade do solo e protege o solo contra incidência direta dos raios solares, aumenta a produtividade e tem potencial para aumentar a longevidade do canavial (CARVALHO, BRAUNBECK, CHAGAS, 2012).

Carvalho, Braunbeck, Chagas (2012) e Roseto et al (2008), fizeram um levantamento dos benefícios da manutenção da palha na superfície do solo e afirmaram que ajuda no aumento de estoque de carbono do solo, redução das emissões totais de gases do efeito estufa, melhoria da fertilidade do solo, aumento da atividade biológica do solo, redução da infestação por plantas daninhas, redução das perdas de solo por processos erosivos, aumento da infiltração e armazenamento de água no solo, ciclagem de nutrientes, aumento da produtividade, e da longevidade da cultura e ainda reduz a compactação do solo. Porém, em algumas condições climáticas, a manutenção de grandes quantidades de palha na superfície do solo pode acarretar em algumas desvantagens, como a redução da brotação das soqueiras, maior incidência de pragas de solo, aumento do risco de incêndios e dificuldades no cultivo mecanizado da soqueira.

As operações de preparo do solo, como aração, gradagem, subsolagem e sulcação que são muito utilizadas na reforma do canavial podem anular grande parte dos benefícios obtidos pela manutenção da palha na superfície do solo durante o ciclo produtivo da cultura, cana plana e soqueiras (CARVALHO, BRAUNBECK, CHAGAS, 2012).

Se incorporado um extenso programa de controle biológico do principal predador da cana, a broca, em que se introduz no momento do controle da cigarrinha, pode-se alcançar

uma baixa quantidade de aplicação de pesticidas. No caso de herbicidas, a posição atual com relação a outras culturas deve ser melhorada se o uso de palha no campo, após a colheita, for implementado com sucesso (o colchão de palha pode reduzir consideravelmente o uso de herbicidas) (LANÇAS, 2008).

Em áreas de baixo declive em que se permite a mecanização de todos os processos do cultivo de cana-de-açúcar, é necessário que se tenha um controle do tráfego das máquinas para obter o máximo de benefícios possíveis do plantio direto. Para a redução do tráfego durante a colheita tem surgido comercialmente opções de bitola para tratores e carretas de transbordo compatíveis com a bitola das colhedoras. Colhedoras alternativas com bitola mais largas têm surgido no mercado, que colhem até três linhas de cana na mesma passada, reduzindo o tráfego de máquinas no mesmo local, aumentando o rendimento operacional e até reduzindo o consumo de combustíveis fósseis. O laboratório Nacional de Ciências e Tecnologia do Bioetanol, (CTBE), vem desenvolvendo uma estrutura de tráfego controlado (ETC) com bitola de nove metros, a qual visa reduzir 60% para 13% a porcentagem de solo trafegado durante todas as etapas de condução do canavial (CARVALHO, BRAUNBECK, CHAGAS, 2012).

O Sistema de Plantio de Direto da cana-de-açúcar ainda tem uma restrita base experimental no Cerrado, porém os resultados são promissores. No Município de Goiatuba (GO) foi implantado um experimento conduzido pela Embrapa Cerrados numa condição de reforma do canavial na presença do palhiço da cana anterior, sem uso de culturas ou plantas de cobertura na renovação. Nessa área de Latossolo Ácrico de textura muito argilosa, foi verificado na cana-planta e no acumulado da primeira e segunda soca, que as produtividades foram estatisticamente iguais para colmos e açúcares totais, se comparando com o plantio direto e o preparo convencional com grade aradora antes da sulcação (SANTOS JUNIOR et al, 2015).

No Sistema de Plantio Direto da cana-de-açúcar, a impossibilidade de incorporação do calcário não se espera que os problemas da acidez dos solos do Cerrado possam diminuir a produtividade já que a cultura da cana possui alta tolerância à acidez do solo (SANTOS JUNIOR et al, 2015).

No caso do SPD, além da redução nos custos com mecanização, a plena cobertura do solo com o palhiço mantido durante a estação chuvosa na reforma (até a operação de sulcação/plantio que expõem o solo) contribui significativamente para a conservação do solo e da água, amortecendo o impacto das gotas de chuva na superfície do solo e favorecendo a infiltração de água, reduzindo o problema da erosão e eventual necessidade de terraços temporários, conforme verificado em algumas propriedades (SANTOS JUNIOR et al, 2015, p. 4).

Na microbacia do Córrego da Gameleira, o plantio direto não faz parte da manutenção do cultivo de cana-de-açúcar. Como dito na teoria deste capítulo, para o plantio

direto, a palha da cana, após o corte sem a necessidade da queima, precisa ser deixada sobre o solo para servir como “amortecedor” das gotas da chuva e diminuir o escoamento superficial para que grande parte da água da superfície, em períodos de chuva, seja infiltrada no solo. Conforme a ilustração 125, a seguir, na microbacia do Córrego da Gameleira, o corte da cana é feito de forma manual e com a queima da palhada da cana.

Ilustração 12 – Restos de queima da palhada de cana na microbacia do Córrego da Gameleira



Imagem: Levi Júnio de Camargo, 2014.

A ilustração mostra o solo descoberto de vegetação após o corte manual com a queima da palha. Esta imagem foi retirada de um local em que o solo se caracteriza do tipo argissolo, que conforme caracterizado no capítulo 2, tem maiores susceptibilidade de erosão, conforme as suas características físicas. Tendo nesta área, a necessidade de manejar o solo em função da contenção de erosão laminar, que conforme descrito neste tópico, a manutenção da palhada da cana sobre a superfície do solo, seria a prática correta.

Outra prática para amenizar as potenciais degradações provocada pelo cultivo de cana-de-açúcar é a rotação de cultura, no próximo item, segue o conceito dessa técnica e sua aplicabilidade ou não na microbacia do Córrego da Gameleira.

3.3.O SISTEMA DE ROTAÇÃO DE CULTURA NO CULTIVO DE CANA-DE-AÇÚCAR

Nas últimas décadas, estudos verificaram que no Brasil a quebra da monocultura e a adoção de rotação de cultivos com leguminosas na reforma do canavial obtiveram aumentos

de produtividade da cana-de-açúcar. Este aumento de produtividade está associado com a melhoria das condições químicas e biológicas do solo. A rotação de leguminosas, oferece nitrogênio, reduz a incidência de pragas e doenças da cana-de-açúcar e ainda melhora as condições do solo (BOLONHEZI e GONÇALVES, 2015).

O crescimento rápido da cana e a prática de culturas de rotação, assim como o ciclo de cinco cortes, permitem a proteção do solo na maior parte do tempo, reduzindo a erosão. (LANÇAS, 2008).

A rotação de cultivos, ainda não é muito utilizada nas áreas de cana-de-açúcar, entretanto apresenta benefícios como a melhoria dos atributos físicos, químicos e biológicos do solo, melhor controle de pragas e plantas daninhas e aumento da produtividade do canavial (CARVALHO, BRAUNBECK, CHAGAS, 2012).

A prática de rotação de culturas é conhecida como adubos verdes, que é uma ferramenta importante no controle da erosão em cana-de-açúcar, pois normalmente as espécies apresentam crescimentos inicial rápido, permitindo eficiente cobertura do solo. Este benefício é muito importante na condição de Argissolos, em razão da declividade mais acentuada, menor infiltração de água e maior suscetibilidade do horizonte A. Os resíduos das culturas de rotação aumentam a rugosidade na superfície do solo, diminuindo o desprendimento das partículas superficiais (BOLONHEZI, GONÇALVES, 2015).

Conforme afirma a AGEITEC, a rotação de culturas com o cultivo de espécies de ciclo curto em áreas de renovação de cana-de-açúcar, proporciona ao produtor uma série de vantagens agronômicas, econômicas, políticas e sociais. Algumas vantagens da rotação de culturas em cana-de-açúcar são:

Economia na reforma do canavial; conservação do solo, devido à manutenção de cobertura numa época de alta precipitação pluvial; controle de plantas daninhas durante o cultivo anual da cana; combate indireto a pragas, como diatrea e elasmô, que se hospedam em plantas daninhas; aumento da produtividade da cana-de-açúcar e produção de alimentos (AGEITEC, 2017, p. 1).

Em área de reforma do canavial pode-se optar pelo plantio de leguminosas, principalmente de *Crotalaria juncea*, soja e amendoim, levando em consideração a localização da cultura, declividade da área, pragas de solo e outros (VITTI, MAZZA, 2002).

A soja e o amendoim, são culturas interessantes na rotação com a cana por apresentar baixa exigência de fertilidade do solo. Porém, não apresentam vantagens no aspecto conservacionista da área, sendo apenas recomendado em locais planos a suavemente ondulados, com baixo potencial de erosão (VITTI, MAZZA, 2002).

Para o plantio da *Crotalaria juncea*, o melhor período é no início das chuvas até a primeira quinzena de dezembro. Com o seu florescimento, acontece o roçado, picação ou acamamento, vindo a seguir a sulcação para o plantio da cana. *Crotalaria juncea* tem sido utilizada como adubo verde, pois apresenta vantagens como: controle de erosão, recicla nutrientes percolados, dispensa a adubação nitrogenada de plantio, diminui a incidência de ervas daninhas e aumenta a produtividade (VITTI, MAZZA, 2002).

Na microbacia do Córrego da Gameleira não é interessante utilizar a cultura do amendoim ou da soja para a rotação de cultivo com a cana-de-açúcar. A declividade do relevo e o tipo de solo, argissolo, não são ideais, pois essas culturas não trariam conservação para a área e poderiam agravar ainda mais o potencial de degradação pela erosão.

O indicado, de acordo com o discurso deste tópico, é a *Crotalaria juncea*, uma planta que além de revigorar as propriedades orgânicas superficiais do solo pode ser plantada em áreas declivosas.

Na microbacia do Córrego da Gameleira, há uma parte em que foi feito a renovação do plantio da cana. Retirou-se todas as soqueiras, revolveu o solo e usou a espécie vegetal *Crotalaria juncea* como cultura de rotação, que será retirada após e seu florescimento e introduzir um novo plantio da cana-de-açúcar.

As empresas sucroenergéticas que arrendam terras no município de Ceres (GO), A CRV Industrial e Cooper Rubi, tem adotado essa prática de rotação de cultivo após o término dos ciclos da cana-de-açúcar. O que não tem feito, inclusive na microbacia da Gameleira, é o preparo mínimo do solo para o replantio da cana-de-açúcar, após a rotação do cultivo, abrindo apenas os sulcos necessários para depositar as mudas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a desregulamentação do setor sucroenergético a produção de cana-de-açúcar passou por uma evolução em seu processo de expansão. Pode-se considerar um ponto positivo para o crescimento da agroindústria canavieira, após a saída das medidas regulamentárias administrativas do Governo. As áreas cultivadas com a cana-de-açúcar aumentaram em um curto período de tempo.

As empresas sucroenergéticas passaram a ser controladas pelo livre mercado. Os preços passaram a sofrer variações dependendo das quantidades de ofertas e demandas de açúcar e do álcool e não mais pelo IAA, o órgão que regulava o setor, trazendo competitividade para o mercado nacional e internacional.

Mas o Estado não deixa de intervir no setor sucroenergético, ele reconfigura a sua função, passa a incentivar a expansão da produção sucroalcooleira com benefícios financeiros. No estado de Goiás, essa nova fase proporcionou um crescimento acelerado na produção de cana-de-açúcar.

Com a expansão da cana-de-açúcar no estado de Goiás, incentivada pela adaptação da planta ao solo, as terras baratas que atraíram empresas das regiões Nordeste e Sudeste do Brasil e com as facilidades fiscais implantadas pelo FOMENTAR e, posteriormente o PRODUZIR, a microrregião de Ceres obteve grande crescimento no cultivo da cana, assim como em outras regiões no estado.

Nessa microrregião, não sendo efeito do cultivo de cana-de-açúcar, o município de Ceres, já que a maior parte do município não é ocupado com esse tipo de cultivo e, que antes foi sede da Cang, passou por uma transformação em que o seu centro urbano, hoje tem se sobressaído economicamente mais que o campo e, a cana tem sido um atrativo para as propriedades rurais, ainda em menor escala, comparando com os municípios limitantes.

Nessas áreas de cultivo de cana-de-açúcar, no município de Ceres, há a microbacia do Córrego da Gameleira, em que foi detectado potencial de degradação ambiental provocado pela monocultura.

Na microbacia, o solo do tipo argissolo e chernossolo, típicos de relevos dissecados, recebem o cultivo de cana-de-açúcar, que devido as estruturas do solo e do relevo tem tido potencial para a ocorrência de erosão do tipo laminar que, conseqüentemente, potencializa outra degradação, a contaminação química do leito do Córrego da Gameleira em decorrência da utilização de insumos corretivos e praguicidas que ficam depositados na superfície do solo.

Como prática conservacionista para a degradação na microbacia do Córrego da Gameleira, há a prática do cultivo rotativo com a *Crotalaria Juncea*, utilizada apenas uma vez, até o momento, uma espécie vegetal que protege o solo contra a erosão e que tem capacidade de recuperar a matéria orgânica transportada pela erosão laminar.

Para reforçar a prática conservacionista, poderia adotar na microbacia do Córrego da Gameleira o plantio direto, em que apenas as linhas para o depósito das mudas da cana, na reforma do canavial, seriam abertas durante o plantio, evitando a fragmentação do horizonte do solo.

A produção da cana-de-açúcar tem a sua importância econômica, social e sustentável, mas tem degradado suas áreas de cultivo, que em algum momento, mesmo que demore, pode prejudicar o próprio cultivo afetando a sua continuidade. Se cultivada pensando na conservação ambiental, que não é sinônimo de aumento de custos, pode garantir a permanência da importante estrutura do setor sucroenergético.

REFERÊNCIAS

ABDALA, Klaus de Oliveira; RIBEIRO, Francis Lee. **Análise dos Impactos da Competição pelo Uso do Solo no Estado de Goiás Durante o Período 2000 a 2009 Provenientes da Expansão do Complexo Sucroalcooleiro**. RBE Rio de Janeiro v. 65 n. 4 / p. 373–400 Out-Dez 2011.

AGEITEC. Agência Embrapa de Informação Tecnológica. **Chernossolos Argilúvicos**. Disponível em <https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/solos_tropicais/arvore/CONT000gn230xhp02wx5ok0liq1mqyw2dncb.html> Acesso em: dez. 2015.

_____. **Chernossolos Rêndzicos**. Disponível em <https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/solos_tropicais/arvore/CONT000gn230xhp02wx5ok0liq1mqbgzx2od.html> Acesso em: dez. 2015.

_____. **Latosolos Vermelho-Amarelos**. Disponível em <https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/solos_tropicais/arvore/CONT000g05ip3qr02wx5ok0q43a0r3t5vjo4.html> Acesso em: dez. 2015.

_____. **Argissolos Vermelho-Amarelos**. Disponível em <https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/solos_tropicais/arvore/CONT000gn0pz mhe02wx5ok0liq1mqk4130gy.html> Acesso em dez. 2015.

_____. **Impactos ecológicos**. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/arvore/CONT1.html> Aceso em 26 jul. 2016.

AGEITEC. Agência Embrapa de Informação Tecnológica. **Rotação e reforma**. Disponível em: http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/arvore/CONTAG01_75_22122006154841.html Acesso em: fev. 2017.

ALBUQUERQUE, Emanuel Lindemberg Silva; SOUZA, Marcos José Nogueira de. **Bacias hidrográficas costeiras: importância e cenário degradacional no setor leste metropolitano de fortaleza, estado do Ceará**. Revista Equador (UFPI), Vol. 4, Nº 3, (2015). Edição Especial XVI Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada. Teresina- Piauí.

ALVES, Nádía Christine Gomides Ferreira. **Competitividade da produção de cana-de-açúcar no Cerrado Goiano**. Dissertação (mestrado). Faculdade Alves Faria (ALFA), Goiânia, 2009.

BACCARIN, José Giacomo. **A desregulamentação e o desempenho do complexo sucroalcooleiro no Brasil**. Tese (Doutorado). São Carlos: UFSCar, 2005.

BAHIA. **Indicação das Unidades Geoambientais (UGs) e Unidades de Paisagem (UPs)**. Zoneamento econômico-ecológico preliminar. SEPLAN/SEMA, 2013.

BALSAN, Rosane. **Impactos decorrentes da modernização da agricultura brasileira**. CAMPO-TERRITÓRIO: revista de geografia agrária, v. 1, n. 2, p. 123-151, ago. 2006

BARBALHO, Maria Gonçalves da Silva; DE-CAMPOS, Alfredo Borges. **Vulnerabilidade natural dos solos e águas do estado de Goiás à contaminação por vinhaça utilizada na fertirrigação da cultura de cana-de-açúcar**. B.goiano.geogr. Goiânia, v. 30, n. 1, p. 155-170, jan./jun. 2010.

BARROS, Bruna Soares Xavier de; BARROS Zacarias Xavier de. **Cultura da cana-de-açúcar como fator de risco para os córregos e as nascentes**. Irriga, Botucatu, v. 21, n. 1, p. 202-210, janeiro-março, 2016.

BOLONHEZI, Denizart; GONÇALVES, Nazareno Hilário. Rotação de culturas: sucessão e rotação de culturas na produção de cana-de-açúcar. In: BELARDO, Guilherme de Castro (org). **Processos Agrícolas e Mecanização da cana-de-açúcar**. Jaboticabal: SBEA, 2015.

BORGES, Ana Cláudia Giannini; COSTA, Vera Mariza Henriques de Miranda. **Fusões e aquisições no setor sucroalcooleiro pós desregulamentação**. XXIX encontro nacional de engenharia de produção. Salvador, BA, Brasil, 06 a 09 de outubro de 2009.

BRANQUINHO, André. Sistematização e manejo conservacionista dos solos: estudo de caso: aplicação da sistematização agrícola de áreas canavieiras na Usina VO de Itapira, SP. In: BELARDO, Guilherme de Castro (org). **Processos Agrícolas e Mecanização da cana-de-açúcar**. Jaboticabal: SBEA, 2015.

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. **Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm Acesso em: jan. 2017.

BOTELHO, Rosângela Garrido Machado. Planejamento ambiental em microbacia hidrográfica. In: GUERRA, José Teixeira; SILVA, Antonio Soares da; BOTELHO, Rosângela Garrido Machado (Org.). **Erosão e Conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2014.

BUENO, Gabriel; QUEIROZ, Allyster Barbosa de; VANZELA, Luiz Sergio. **Influência do Uso e Ocupação do Solo sobre a Vazão e Produção Específica de Sedimentos em Bacias Hidrográficas**. Encontro de Pós-Graduação e Iniciação Científica – Universidade Camilo Castelo Branco, 2013.

CHRISTOFOLETTI, Antônio. **Geomorfologia**. 2ª ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1980.

CALAÇA, Manoel; DIAS, Wagner Alceu. **A modernização do campo no Cerrado e as transformações socioespaciais em Goiás**. CAMPO-TERRITÓRIO: revista de geografia agrária, v.5, n.10, p. 312-332, ago. 2010.

CAMARGO, Levi Júnio de. **Erosão acelerada em área rural no município de Ceres (GO) e sua relação com o cultivo de cana-de-açúcar**. Monografia (Graduação) – Universidade Estadual de Goiás, Itapuranga, 2014.

CANASAT/INPE. **Mapa de Cultivo.** Disponível em <
<http://www.dsr.inpe.br/laf/canasat/cultivo.html>>. Acesso em: dez. 2015.

CARNEIRO, Gabriel Tenaglia. **Suscetibilidade à erosão laminar na área do reservatório da usina hidrelétrica de Cana Brava – Minaçu – Goiás:** impactos ambientais e saúde. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Saúde). Universidade Católica de Goiás. Goiânia, 2007.

CARRIJO, Ed Licys Oliveira; MIZIARA, Fausto. **A expansão do setor sucroalcooleiro como uma nova etapa da fronteira agrícola em goiás: estudo de caso no município de mineiros.** Revista de Economia da UEG, Anápolis (GO), Vol. 05, nº 02, JUL-DEZ/2009.

CASTILHO, Denis; CHAVEIRO, Eguimar Felicio. Por uma análise territorial do Cerrado. In: PELÁ, Márcia; CASTILHO, Denis (orgs). **Cerrados: perspectivas e olhares.** Goiânia: Editora Vieira, 2010.

CASTILHO, Denis. **A Colônia Agrícola Nacional de Goiás (Cang) e a formação de Ceres-GO – Brasil.** Élisée, Rev. Geo. UEG - Goiânia, v.1, n.1, p.117-139, jan./jun. 2012.

CASTRO, Selma Simões de; et al. **A expansão da cana-de-açúcar no cerrado e no estado de goiás:** elementos para uma análise espacial do processo. B.goiano.geogr. Goiânia, v. 30, n. 1, p. 171-191, jan./jun. 2010.

CASTRO, Selma Simões de; BORGES, Raphael de Oliveira; AMARAL, Rosane. Estudo da expansão da cana-de-açúcar no estado de goiás: subsídios para uma avaliação do potencial de impactos ambientais. In: CASTRO, S. S., BORGES, R. O., SILVA, R. A. A., BARBALHO, M. G. S. **Impactos econômicos, sociais e ambientais no cultivo da cana-de-açúcar de açúcar no território goiano.** II Forum de C & T no Cerrado, Goiânia: SBPC, 2007

CASTRO, S. D. ; ESTEVAM, L.; ARRIEL, M.; BRITO L.; COSTA, W.; COSTA L. **Análise do balanço de pagamentos do estado de Goiás e a importância dos APLs no fluxo de comércio.** In: Análise do Mapeamento e das Políticas Para Arranjos Produtivos Locais no Sul, Sudeste e Centro-Oeste do Brasil. Florianópolis: Ufsc, 2009.

CARVALHO, Simone Pereira de; MARIN, Joel Orlando Bevilaqua. **Goiás no âmbito da política nacional de agroenergia.** B.goiano.geogr, Goiânia, v. 31, n. 2, p. 161-177, jul./dez. 2011.

CARVALHO, João Luís Nunes; BRAUNBECK, Oscar Antônio; CHAGAS, Mateus Ferreira. **Implantação do plantio direto de cana-de-açúcar:** base para sustentabilidade do canavial. Laboratório Nacional de Ciência Tecnologia do Bioetanol (CTBE/CNPEN), Campinas, 2012.

COLETI, José Tadeu. Preparo mínimo viabiliza canavial conservacionista. **Visão agrícola nº9 jul, dez 2009.**

CORBI, Juliano José et al. **Diagnóstico ambiental de metais e organoclorados em córregos adjacentes a áreas de cultivo de cana-de-açúcar** (estado de São Paulo, Brasil). Quim. Nova, vol. 29, nº. 1, 61-65, 2006.

COSTA, Rildo Aparecido e SANTOS, Flávia de Oliveira. **Expansão Agrícola e vulnerabilidade natural do meio físico no sul goiano**. Presidente Prudente: GeoAtos, 2010. Disponível em: < <http://revista.fct.unesp.br/index.php/geografiaema/tos/article/viewFile/270/rildon10v2>> Acesso em: 22 set. 2014.

CUNHA, Sandra Baptista da; GUERRA, Antônio José Teixeira. Degradação Ambiental. In: GUERRA, Antônio José Teixeira; CUNHA, Sandra Baptista da (Org.). **Geomorfologia e meio ambiente**. 8. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2010.

DAYRELL, E.G. **Colônia Agrícola Nacional de Goiás**: análise de uma política de colonização. Dissertação de Mestrado Instituto de Ciências Humanas e Letras da UFG. Goiânia: Universidade Federal de Goiás, 1974.

DUARTE, Fernanda Goulart. **A expansão da produção canavieira e as transformações socioeconômicas e ambientais em Rio Brilhante/MS: Diferentes olhares**. Dissertação (Mestrado). Brasília: UNB, 2011.

EMBRAPA, Agência de Informação. **Latossolos**. Disponível em <https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia16/AG01/arvore/AG01_96_1011200_5101956.html> Acesso em: dez. 2015

_____. **Centro Nacional de Pesquisa de Solos**. Sistema brasileiro de classificação de solos. 2. ed. – Rio de Janeiro : EMBRAPA-SPI, 2006.

FERREIRA, Lara Cristine Gomes. **A Evolução do Setor Sucroalcooleiro na Microrregião Ceres (GO): Dinâmica Espacial e Impactos Sócio-Econômicos**. Dissertação (Mestrado). Goiânia: IESA, 2010.

FERREIRA, Lara Cristine Gomes; DEUS, João Batista de. **O uso do território e as redes na Microrregião Ceres (GO): o caso das agroindústrias sucroalcooleiras**. B.goiano.geogr. Goiânia, v. 30, n. 2, p. 67-80, jul./dez. 2010.

FRANCO, Íria Oliveira. **Expansão da cana-de-açúcar na microrregião sudoeste de Goiás**: análise espacial das mudanças do uso e cobertura do solo nos anos de 2001, 2006 e 2011. Bol. Goia. Geogr. (Online). Goiânia, v. 34, n. 3, p. 481-499, set./dez. 2014.

FREITAS, Wagner Abadio de; MELLO, Marcelo de. **A colônia agrícola nacional de Goiás e a redefinição nos usos do território**. Soc. & Nat., Uberlândia, 26 (3): 471-482, set/dez/2014.

GONÇALVES NETO, Wenceslau. **Estado e agricultura no Brasil**: política agrícola e modernização econômica brasileira 1960-1980. São Paulo: HUCITEC, 1997.

GRAZIANO DA SILVA, José. **A modernização dolorosa; Estrutura agrária, fronteira agrícola e trabalhadores rurais no Brasil**. Rio de Janeiro: Zahar, 1982.

GUERRA, Antonio José Teixeira. O Início do processo erosivo. In: GUERRA, Antonio José Teixeira; SILVA, Antonio Soares da; BOTELHO, Rosângela Garrido Machado. **Erosão e Conservação dos Solos**. 9. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2014.

GUERRA, Antonio José Teixeira; CUNHA, Sandra Baptista da. **Geomorfologia e meio ambiente**. 8ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2010.

IMB. **Instituto Mauro Borges.** Disponível em: http://www.imb.go.gov.br/perfilweb/Estatistica_bde.asp Acesso em: fev. 2016.

JACOMINE, Paulo Klinger Tito. **A nova classificação brasileira de solos.** Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agrônômica, Recife, vols. 5 e 6, p.161-179, 2008-2009.

LANÇAS, Kléber Pereira. Compactação do solo em cana-de-açúcar: compactação, descompactação e canteirização na cana-de-açúcar. In: BELARDO, Guilherme de Castro (org). **Processos Agrícolas e Mecanização da cana-de-açúcar.** Jaboticabal: SBEA, 2015.

LATRUBESSE, Edgardo M; CARVALHO, Thiago Morato de. **Geomorfologia do Estado de Goiás e Distrito Federal.** Goiânia: Secretaria de Indústria e comércio, 2006.

LEPSCH, Igo F. **Formação e Conservação dos Solos.** 2 ed. São Paulo: Oficina de Texto, 2010.

LIMA, Divina Aparecida Leonel Lunas. **Estrutura e expansão da agroindústria canavieira no Sudoeste Goiano:** impactos no uso do solo e na estrutura fundiária a partir de 1990. São Paulo: UNICAMP, 2010.

LIMA, Divina Aparecida Leonel Lunas; GARCIA, Junior Ruiz. **A evolução da produção de cana-de-açúcar e o impacto no uso do solo no estado de Goiás.** Estud. Soc. e Agric., Rio de Janeiro, vol. 19, n. 2, 2011.

LIMA, Alex Felipe Rodrigues et al. **Análise de estabilidade na produção da cana-de-açúcar no Estado de Goiás entre 1990 e 2012.** Uma abordagem utilizando os modelos de regressão linear. Conjuntura Econômica Goiana n. 29. Goiânia: Segplan, 2014.

LUIZ, Edna L. et al. **O emprego de imagens orbitais para a identificação de unidades de paisagem no entorno do reservatório da Usina Hidrelétrica Cana Brava - Goiás, Brasil.** VI Seminário Latino Americano de Geografia Física e II Seminário Ibero Americano de Geografia Física. Universidade de Coimbra, Maio de 2010. Disponível em <<http://www.uc.pt/fluc/cegot/VISLAGF/actas/tema2/edna>> Acesso em: jan. 2016.

MACHADO, Walquíria; STIPP, Nilza Aparecida Freres. **Caracterização do manejo de solo na microbacia hidrográfica do Ribeirão dos Apertados-PR.** Geografia – Londrina – volume 12 – número 2 – jul./dez. 2003.

MAGALHÃES, Ricardo Aguiar. **Erosão:** Definições, tipos e formas de controle. VII Simpósio Nacional de Controle de Erosão. Goiânia, 2001.

MAPA, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Agroenergia.** Disponível em < <http://www.agricultura.gov.br/desenvolvimento-sustentavel/agroenergia>>. Acesso em dez. 2015.

_____. **Plano Nacional de Agroenergia 2006-2011.** 2. ed. rev. - Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2006.

MARIA, Isabella Clerici de; MARTINS, João Paulo Pires. Técnicas de conservação do solo e da água: uso do terraceamento agrícola na cultura da cana-de-açúcar. In: BELARDO, Guilherme de Castro (org). **Processos Agrícolas e Mecanização da cana-de-açúcar**. Jaboticabal: SBEA, 2015.

MARCATTO, Celso; SCHLESINGER, Sergio; OVERBEEK, Winfridus. **Cortina de fumaça**: o que se esconde por trás da produção de agrocombustíveis. RJ: ActionAid, 2010.

MARTINS, Maria Eugenia. **Produção de sedimentos em bacias hidrográficas cultivadas com cana-de-açúcar (*Saccharum*, spp) e citros (*Citrus*, spp)**. Tese (doutorado). Universidade Estadual de Campinas: Campinas, 2001.

MAZZA, Jairo Antônio. Sistematização e manejo conservacionista dos solos: manejo dos solos na cana-de-açúcar como subsídio à mecanização. In: BELARDO, Guilherme de Castro (org). **Processos Agrícolas e Mecanização da cana-de-açúcar**. Jaboticabal: SBEA, 2015.

MENDONÇA, Patricia Gabarra. **Simulação espacial da perda de solo e nutrientes por erosão em um argissolo sob cultivo de cana-de-açúcar**. Tese (doutorado). Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2013.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento e das Queimadas no Cerrado** – PPCerrado. Brasília, 2009.

NOVA CANA. **Álcoolduto ou etanolduto**. Disponível em: <https://www.novacana.com/tag/92-alcoolduto-ou-etanolduto/> Acesso em: nov. 2016.

O **POPULAR**. Disponível em: <http://www.opopular.com.br/editorias/noticias/economia/oper%C3%A7%C3%A3o-lava-jato-pode-atrasar-obra-do-alcoolduto-1.809532> Acesso em 15 ago. 2016.

PALMEIRA, Moacir. **Modernização**. Estado e Questão Agrária. Estud. av. vol.3 no.7 São Paulo Sept./Dec. 1989.

PIETRAFESA, José Paulo; CASTRO, Selma Simões de. TRINDADE, Silas Pereira. **A crescente produção sucroalcooleira em áreas de cerrado e o estado de Goiás**: contribuições ao estudo sobre indicadores de sustentabilidade. IESA: LABOGEF, 2010.

PIETRAFESA, Jose Paulo; SAUER, Sérgio; SANTOS, Ana Elizabeth Accioly Ferreira dos. Políticas de recursos públicos na expansão dos agrocombustíveis em Goiás: ocupação de novos espaços em áreas de Cerrado. In: PIETRAFESA, Jose Paulo; SILVA, Sandro Dutra e. **Transformações no Cerrado**: progresso, consumo e natureza. Goiânia: Ed. Da PUC Goiás, 2011.

PORTO, Monica F. A.; PORTO, Rubem La Laina. Gestão de bacias hidrográficas. estudos avançados 22 (63), 2008.

QUEIROZ, Antonio Marcos de. **Considerações sobre a expansão da cultura da cana-de-açúcar em Goiás entre 2000 e 2010**. Conjuntura Econômica Goiana. Goiânia: Segplan, 2012.

RIBEIRO, Noely Vicente; FERREIRA, Laerte Guimarães; FERREIRA, Nilson Clementino. **Avaliação da expansão do cultivo da cana-de-açúcar no bioma cerrado e seus impactos sobre uso do solo e recursos hídricos**. XX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, RS: ABRH, 2013.

ROMANATTO, Eduiges; ARRIEL, Marcos Fernando; LIMA, Wellington Matos de. **Programa FOMENTAR/PRODUZIR** - Informações e Análises para o Estado de Goiás e suas Microrregiões. Conjuntura Econômica Goiana n. 22. Segplan/IMB, Goiânia, 2012.

ROSSETO, Raffaella et al. Manejo conservacionista e reciclagem de nutrientes em cana-de-açúcar tendo em vista a colheita mecânica. *Informações Agrônomicas*, nº 124, dez. 2008.

SANTOS JUNIOR, Elias dos. **Bacia hidrográfica: desafios da gestão de recursos hídricos e do saneamento básico no município de Cuiabá – MT**. Cuiabá: Ginco Empreendimentos Imobiliários Ltda., 2011.

SANTOS JUNIOR, João de Deus Gomes dos et al. **Sistema Plantio Direto de Cana-de-açúcar no Cerrado**. Circular Técnica 30, Embrapa Cerrados, Planaltina, out. 2015.

SCHIAVETTI, Alexandre; CAMARGO, Antonio F. M.. **Conceitos de bacias hidrográficas: teorias e aplicações**. Ilhéus, Ba : Editus, 2002.

SEMARH. **Termos empregados em gestão de recursos hídricos pela SEMARH / SRH / Sergipe**. Disponível em < <http://www.semarh.se.gov.br/srh/modules/tinyd0/index.php?id=8>> Acesso em: jan. 2016.

SIEG, Sistema Estadual de Geoinformação. **Download de Arquivos SIG (Shapefile)**. Disponível em < <http://www.sieg.go.gov.br/>>. Acesso em: dez. 2015.

SILVA, Alexandre Marco; SCHULZ, Harry Edmar; CAMARGO, Plínio Barbosa. **Erosão e hidrossedimentologia em Bacias Hidrográficas**. São Carlos: RiMa, 2004.

SILVA, Jaqueline Freire da; SOUZA, Daniel Vieira de. **Modernização das técnicas agrícolas: um olhar sobre a agricultura canavieira no município de Itapororoca-PB**. XVI ENG, Porto Alegre - RS, 2010.

SILVA, Willian Ferreira da. **O avanço do setor sucroenergético no cerrado: os impactos da expansão canavieira na dinâmica socioespacial de Jataí (GO)**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Goiás, Jataí, 2011.

SILVA, William Ferreira da; PEIXINHO, Dimas Moraes. **A expansão do setor sucroenergético em Goiás: a contribuição das políticas públicas**. CAMPO-TERRITÓRIO: revista de geografia agrária, v. 7, n. 13, p. 97-114, fev., 2012.

SILVA, Sandro Dutra e; BARBALHO, Maria Gonçalves Da Silva; FRANCO, José Luiz de Andrade. **A expansão sucroalcooleira e a devastação ambiental nas matas de são patricio, microrregião de cereas, goiás**. História, histórias. Brasília, vol. 1, n. 1, 2013.

SILVA, Adriana Aparecida; CASTRO, Selma Simões de. **Potencial e risco à compactação dos solos da microrregião de Quirinópolis, sudoeste do estado de Goiás.** Revista Territorial - Goiás, v.2, n.1, p.106-127, jan./jun. 2013.

SILVA, Adriana Aparecida; CASTRO, Selma Simões de. **Indicadores macro e micromorfológicos da qualidade física de um latossolo vermelho textura média cultivado com cana-de-açúcar na microrregião de quirinópolis, goiás.** Bol. Goia. Geogr. (Online). Goiânia, v. 34, n. 2, p. 233-251, maio/ago. 2014.

SILVA, Gabriela Bernardes; MENDES, Estevane de Paula Pontes. **As transformações do Cerrado goiano: o processo histórico, da mineração aos dias atuais.** VI Congresso Iberoamericano de Estudios Territoriales y Ambientales, São Paulo, 2014.

SILVA, Adriana Aparecida; CASTRO, Selma Simões de. **Transformações no uso da terra e na estrutura de solos no Cerrado em áreas de expansão da cana-de-açúcar: o caso da microrregião de Quirinópolis, Goiás.** Ateliê Geográfico - Goiânia-GO, v. 9, n. 2, p.114-135, ago/2015

SILVA, Laís Coêlho Do Nascimento; LUCHIARI, Ailton. **Estimativa de Perda de Solos por Erosão Laminar na Bacia Hidrográfica do Córrego Baguaçu-SP.** *Revista do Departamento de Geografia, V. 32, 2016.*

SPERA, Silvio Tulio; CARDOSO, Evaldo Luis. **Atualização da legenda do levantamento de reconhecimento de alta intensidade dos solos da borda oeste do Pantanal: maciço do Urucum e adjacências, MS.** III Simpósio sobre Recursos Naturais e Sócio-econômicos do Pantanal. Corumbá-MS, 2000.

TUCCI, Carlos E. M. **Hidrologia: ciência e aplicação.** 2ª ed. Porto Alegre: Ed. Universidade UFRGS, 2001.

ÚNICA. **A energia da cana-de-açúcar: doze estudos sobre a agroindústria da cana-de-açúcar e a sua sustentabilidade.** 2ª edição. São Paulo, 2007.

VASCONCELOS, A.C.M. de. **Dinâmica do desenvolvimento radicular da cana-de-açúcar como indicativo para subsolagem no preparo de solo e no cultivo de soqueiras.** Disponível em: <http://www.infobibos.com/Artigos/2006_2/raiz/index.htm>. Acesso em: nov. 2017.

VITTI, Godofredo Cesar; MAZZA, Jairo Antonio. Planejamento, estratégias de manejo e nutrição da cultura de cana-de-açúcar. **Encarte informações agronômicas, nº 97, março/2002.**

XAVIER, Fernanda Vieira et al. **Análise da suscetibilidade à erosão laminar na Bacia do rio Manso, Chapada dos Guimarães, MT, utilizando sistemas de informações geográficas.** Revista Brasileira de Geomorfologia - v. 11, nº 2, 2010.