



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIAS E TECNOLOGIA DO
TOCANTINS, CAMPUS PALMAS, CURSO SUPERIOR TECNOLÓGICO EM
AGRONEGÓCIO**

MARIA DE FATIMA RIBEIRO

**USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NA BACIA DO RIO PROVIDÊNCIA, NO ESTADO
DO TOCANTINS**

PALMAS

2021

MARIA DE FATIMA RIBEIRO

**USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NA BACIA DO RIO PROVIDÊNCIA, NO ESTADO
DO TOCANTINS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
A Coordenação do Curso Superior de
Tecnologia em Agronegócio do Campus
Palmas, do Instituto Federal do Tocantins,
como exigência a obtenção do título de
Tecnóloga em Agronegócio.

Orientador: prof. Dr Jose Eustáquio Canguçu
Leal

PALMAS

2021

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Bibliotecas do Instituto Federal do Tocantins

R484u Ribeiro, Maria de Fatima
 USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NA BACIA DO RIO PROVIDÊNCIA,
 NO ESTADO DO TOCANTINS / Maria de Fatima Ribeiro. – Palmas, TO,
 2021.

 39 p. : il. color.

 Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnólogo em Agronegócio) –
 Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins, Campus
 Palmas, Palmas, TO, 2021.

 Orientador: Dr. Jose Eustáquio Canguçu Leal

 1. Bacia Hidrográfica. 2. Biodiversidade. 3. Supressão da Vegetação
 Nativa. I. Leal, Jose Eustáquio Canguçu. II. Título.

CDD 630

A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio, deste documento é autorizada para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica do IFTO com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

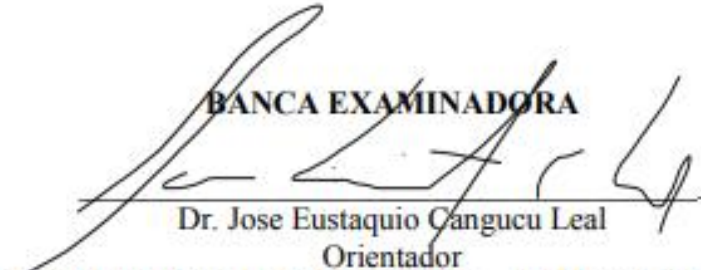
MARIA DE FATIMA RIBEIRO

**USO E OCUPAÇÃO DO SOLO, RECURSOS HÍDRICOS E POTENCIAL PARA
EXPANSÃO AGROPECUÁRIA NA BACIA DO RIO PROVIDÊNCIA, NO ESTADO
DO TOCANTINS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
A Coordenação do Curso Superior de
Tecnologia em Agronegócio do Campus
Palmas, do Instituto Federal do Tocantins,
como exigência a obtenção do título de
Tecnóloga em Agronegócio.

Aprovado em:

BANCA EXAMINADORA


Dr. Jose Eustaquio Cangucu Leal
Orientador

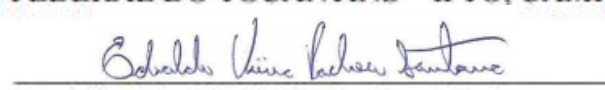
INSTITUTO FEDERAL DO TOCANTINS – IFTO, CAMPUS PALMAS

Dra. Vanessa David Domingos
INSTITUTO FEDERAL DO TOCANTINS – IFTO, CAMPUS PALMAS

DocuSigned by:

Vanessa David Domingos

A1DFEA6B74E7480...


Dr. Edvaldo Vieira Pacheco Santana
INSTITUTO FEDERAL DO TOCANTINS – IFTO, CAMPUS PALMAS

Dedico este trabalho a todos os meus familiares, especialmente aos meus pais, Lourival e Maria Pilar, por todo amor, apoio, compreensão e confiança incondicionais durante a minha caminhada.

AGRADECIMENTOS

Ao Deus eterno, por criar todas as providências para que eu me preparasse para a realização deste trabalho e, ao mesmo tempo, mostrar-me parte da complexidade envolvida em sua criação.

Ao Instituto Federal de Educação e Tecnologia do Tocantins - IFTO, *Campus* Palmas

Ao Instituto Natureza do Tocantins – NATURATINS.

A todos os professores e colaboradores do Curso de tecnologia em Agronegócio, em especial ao Professor Jose Eustáquio Canguçu Leal, orientador do Trabalho de Conclusão de Curso.

A todos os colegas da turma do Curso de tecnologia em Agronegócio.

A todos que de alguma forma contribuíram para a realização deste estudo.

RESUMO

O objetivo deste estudo foi analisar o uso e ocupação do solo, os recursos hídricos e potenciais para expansão agropecuária na Bacia do Rio Providência, no estado do Tocantins. Para a análise foram gerados mapas utilizando o Sistema de Informações Geográficas (SIG)/software QGIS, dados vetoriais temáticos geoespaciais da Base de Dados Geográficos do Estado do Tocantins, cenas SRTM e as seguintes imagens: Imagem do ano 1984: Landsat 5; ano 1990: Landsat 5, ano 2000: Landsat 7; ano 2010: Landsat 5; ano 2020: Sentinel 2A. A análise da vazão no exutório da bacia foi realizada por interpolação, utilizando dados da Estação Fluviométrica Miracema e da precipitação com base nas informações da Estação Pluviométrica Miracema do Tocantins. As emissões dos gases de efeito estufa CO₂e (GWP-AR5) foram obtidas a partir do SEEG (2021) e de uso do solo a partir do censo agropecuário do IBGE (2017). A análise morfométrica da Bacia possibilitou calcular sua área de drenagem em 1.610,06 km² e o perímetro de 206,9 Km, com ramificações hidrográficas em 5ª ordem. Foram observadas variações na declividade entre 0 a 45%, e altimetria entre 233,00 m e 453,00 m. Na área a supressão da vegetação foi bem expressiva, de 85,43%, no período entre 1984 a 2020. As estimativas das vazões médias mensais do exutório da Bacia mostram que os meses mais críticos com relação ao volume de água são de junho a outubro. Foi observado que a precipitação pluvial era mais uniforme nas duas primeiras décadas analisadas, observou-se também, um aumento gradativo desta, ao longo dos anos no mês de maio e diminuindo para setembro, diminuiu também o acumulado para os cinco meses mais críticos, na última década, com destaque em 2017. A pastagem tem predominância pela ocupação de solo na região, que apresenta-se com grande parte degradado: 7.351 ha. A lavoura temporária mais produzida é a soja seguida por milho, abacaxi e sorgo. Mudanças do uso da terra, floresta e agropecuária foram as atividades que mais emitiram gases do efeito estufa entre 2000 e 2018, na região estudada. Tais mudanças são apontadas como as principais causas para os resultados das projeções que sinalizam aumento nas áreas de alto risco, para a agricultura, em função do aquecimento global e perdas de áreas de baixo risco na produção agrícola. Para amenizar esta constatação é imprescindível à recuperação das áreas degradadas e empregar práticas conservacionistas na produção agropecuária.

Palavras-chave: Bacia Hidrográfica, Biodiversidade, Supressão da Vegetação Nativa.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
1.1	Objetivo geral	10
1.1.2	Objetivos específicos.....	10
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	11
2.1	Produção de alimentos.....	11
2.2	Produção de alimentos e o agronegócio brasileiro	12
2.3	Uso da água.....	14
2.4	Supressão vegetal nativa	16
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	18
3.1	Área de estudo	18
3.2	Levantamento de dados morfométricos	19
3.3	Levantamento da área de supressão da vegetal nativa	19
3.4	Levantamento e cálculo das vazões e precipitação.....	20
3.5	Levantamento de dados e análise as emissões de CO ₂ e.....	21
3.6	Levantamento das principais atividades agropecuárias	21
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	22
4.1	Caracterização e análise morfométrica da bacia.....	22
4.2	Análise da supressão vegetal	23
4.3	Cálculo das vazões e precipitação na região	27
4.4	Principais atividades agropecuárias	29
5	CONSIDERAÇÃO FINAIS.....	32
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	33

1 INTRODUÇÃO

A produção de alimentos para suprir a demanda de 7,7 bilhões de pessoas no ano de 2019 (ROSER, 2019), foi possibilitada pelo crescimento da indústria química, desenvolvimento de fertilizantes para melhorar ou recuperar a fertilidade do solo e agrotóxicos para eliminar as perdas decorrentes de “pragas” (PESSANHA e MENEZES, 1985).

Contudo o crescimento da população deve continuar acelerado nos próximos anos. De acordo com a UNITED NATIONS (2017) e Roser (2019) esse crescimento deve ficar entorno de 83 milhões de pessoas a cada ano, no mundo, com expectativas para atingir entre 9,4 e 10,2 bilhões em 2050 e 9,6 e 13,2 em 2100. Em consequência disso, a projeção para demanda por alimentos pode aumentar em até 70% (FAO, 2017).

Conforme o GLOBAL AGRICULTURAL PRODUCTIVITY REPORT (2017), a produção de alimentos, não está acelerando o suficiente para atender de forma sustentável às necessidades futuras. Intensificar o uso de defensivos agrícolas pode não ser uma opção muito favorável e indicada para aumentar a produção de alimentos (CARVALHO *et al.*, 2017).

De acordo com FREITAS e MENDONÇA (2016), o Brasil é um dos poucos países ainda capazes de expandir sua área agricultável. Estudos realizados por Donagemma *et al.* (2016) e Freitas e Mendonça (2016) mostram que o estado do Tocantins, está na rota para a expansão agrícola brasileira. Segundo Brasil (2009), o estado está inserido na Bacia Hidrográfica Tocantins-Araguaia, uma das doze regiões hidrográficas do território nacional.

Dentro do Estado esse sistema é formado por 16 sub-bacias hidrográficas pertencentes ao Rio Araguaia e 14 sub-bacias hidrográficas ao Rio Tocantins. Bacias hidrográficas são definidas pela Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico - ANA (2015) como espaços geográficos delimitados pelo respectivo divisor de águas cujo escoamento superficial converge para seu interior sendo captado pela rede de drenagem que lhe concerne.

A Bacia do Rio Providência é uma das 14 sub-bacia do Rio Tocantins, o local é caracterizado por sua importância econômica e social, principalmente em função da produção agrícola. Segundo dados do IBGE (2017), as culturas que mais se destacam na região da bacia, em ordem de área ocupada são a pastagem, soja, milho e sorgo.

De acordo com Matos *et al.* (2014), outra atividade que começou a despontar na região é a cultura do abacaxi. Para Pereira (2009), o setor de fruticultura no Tocantins está se sobressaindo em função das condições favoráveis, alta luminosidade praticamente o ano todo e água disponível para irrigação no período de seca.

Entretanto, Fernandes e Nunes (2017) relataram o baixo nível do Rio Providência no período de junho a setembro de 2017, em alguns pontos do rio, a água vazou completamente, restando apenas algumas poças em sua calha. As populações dos municípios de abrangência do rio ficaram apreensivas, tendo em vista que grande parte da população usa esta água para consumo e dessedentação de animais. Os moradores da região cobraram medidas das autoridades competentes e apontaram como principal causa para a redução do nível das águas, a captação excessiva de água para uso na irrigação agrícola, bem como o desmatamento.

O conhecimento da bacia hidrográfica, a análise de suas características morfométricas e os recursos hídricos disponíveis, com base em dados fluviométricos e pluviométricos são de fundamental importância para tomada de decisão do empreendedor do agronegócio rural. De acordo com Paula (2016) é de aceitação universal, a utilização da bacia hidrográfica como unidade de planejamento, na qual as interações são mais facilmente interpretadas.

As características da bacia são determinantes para a análise do potencial de expansão agropecuária na região, decidir a área adequada para o plantio, o que plantar, quando plantar e até avaliar a possibilidade de iniciar ou expandir um empreendimento agropecuário. Os atributos servem ainda para estimar o sistema de produção adequado, capacidade de produção e vulnerabilidade à degradação.

1.1 Objetivo geral

- ✓ Analisar o uso e a ocupação do solo, os recursos hídricos e potenciais para expansão agropecuária na Bacia do Rio Providência, no estado do Tocantins.

1.1.2 Objetivos específicos

- ✓ Delimitar a Bacia do Rio Providência e seus principais atributos morfométricos e caracterizar o relevo superficial da bacia do Rio Providência;
- ✓ Delimitar a supressão vegetal nativa na área da Bacia do Rio Providência;
- ✓ Calcular as vazões médias mensais do exutório na Bacia do Rio Providência e precipitação na região;
- ✓ Analisar as emissões dos gases de efeito estufa (CO₂e) na região;
- ✓ Identificar as principais atividades agropecuárias na área da Bacia do Rio Providência.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Produção de alimentos

Cerca de cem anos atrás, 80% da população mundial vivia na zona rural. A revolução industrial no século XVIII potencializou o crescimento e desenvolvimento urbano nos países atualmente considerados desenvolvidos. O crescimento econômico dos países tem sido associado à urbanização, os países com alta renda *per capita* estão entre os mais urbanizados. (NEIDERUD, 2015).

Esse crescimento, entretanto, passou a demandar maiores quantidades de alimentos e a produção para suprir essa demanda foi possibilitada pelo crescimento da indústria química, desenvolvimento de fertilizantes para melhorar ou recuperar a fertilidade do solo e agrotóxicos para eliminar as perdas decorrentes de “pragas” (PESSANHA e MENEZES, 1985).

O crescimento populacional continua acelerando e deve atingir 9,8 bilhões de pessoa em 2050 (NEIDERUD, 2015; Relatório das Nações Unidas, 2017). Em função disso, a demanda por alimentos no mundo deverá ter aumento em torno de 70%. Outro fator importante que deve ser considerado para a projeção por demanda alimentícia, pode ser atribuído ao acréscimo dos níveis de renda da população (FAO, 2017).

No entanto conforme o Relatório de Índice Global de Produtividade Agrícola (2017), a produção de alimentos, não está acelerando o suficiente para atender de forma sustentável às necessidades futuras. Segundo a FAO (2018), essa verificação está provocando preocupação geral sobre o destino da produção de alimentos, visto que a indústria química, pode não ser uma solução viável, visto pela sustentabilidade.

O modelo de crescimento econômico atual está sendo baseado principalmente no uso insustentável de recursos naturais, na destruição da diversidade biológica e na emissão de gases de efeito estufa, que aceleraram as crises ambientais globais (MARTINE e ALVES, 2015). De acordo com a (FAO, 2018), a combinação e intensificação dos processos de produção agrícola e o desmatamento, está contribuindo para as mudanças climáticas e causando degradação no meio ambiente.

A antropização desordenada do meio, também pode ser as principais responsáveis pela escassez de água no mundo. Segundo dados da UNESCO (2016), Boa parte da população mundial já convive com poluição severa de água. É estimado que até 2050, um quinto da

população do planeta seja afetado pela excessiva demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e um terço pelo excesso de nitrogênio e fósforo, relacionado aos recursos hídricos.

A irrigação agrícola pode alterar negativamente a qualidade do recurso devido ao excesso de uso de defensivos agrícolas que podem poluir cursos de água superficiais e contaminar as águas subterrâneas. Contudo a água é um recurso essencial para a produção de alimentos, de acordo com a Global Water Report (2018), o setor agrícola é responsável por quase 70% do consumo mundial de água, no Tocantins a demanda chega a 78,4 % (TOCANTINS, 2016)

Para El Bilali e Allahyari (2018), o avanço em direção à sustentabilidade na produção de alimentos exige mudanças para soluções inovadoras. Alterações estruturais que podem dar origem a novos modos e práticas de produção. Essas práticas poderão ser embasadas em atitudes, conhecimentos, informações, habilidades e tecnologias apropriadas, que exige repensar o desenvolvimento à luz dos limites impostos pela própria natureza (MARTINE e ALVES, 2015).

2.2 Produção de alimentos e o agronegócio brasileiro

O agronegócio representa relevante importância econômica no Brasil, seja na produção de *commodities*, seja na geração de divisas, derivada da elevada competitividade desse segmento produtivo no país. As exportações do agronegócio brasileiro vêm demonstrando significativa força nos últimos anos, fortalecendo o País inclusive contra um perigoso déficit na balança comercial (SANTOS *et al.*, 2016).

O agronegócio é entendido como a soma de quatro segmentos: insumos para a agropecuária, produção agropecuária básica (ou primária), agroindústria (processamento) e agrosserviços. A análise desse conjunto de segmentos é feita para o ramo agrícola (vegetal) e para o pecuário (animal). Ao serem somados, com as devidas ponderações, obtém-se a análise do agronegócio (CNA, 2020).

De acordo com Brandão (2006), o agronegócio brasileiro apresenta elevados níveis de eficiência, obtidos por meio de investimentos em tecnologia de produção, como os avanços em genéticas vegetais, animais e adaptação de espécies. Contribuíram de forma importante também os investimentos em modernização gerencial e organizacional.

A disponibilidade de terras, água doce, clima favorável, recursos humanos, gestão e capacidade de geração de tecnologia de produção no País, conhecimento da agricultura

tropical, são responsável pelo desenvolvimento do agronegócio brasileiro (CRUVINEL, 2009).

Considerado economicamente sustentável, em 2017 o agronegócio representou 22% do PIB total brasileiro (ABIEC, 2018). Contudo a sustentabilidade no setor deve ser também social e ambiental. Segundo Cruvinel (2009) quando se busca estabelecer um novo paradigma que envolva desenvolvimento sustentável, importante se faz associa-lo aos conceitos éticos em que está vinculada a sociedade, incluindo as futuras gerações.

De acordo com Cruvinel (2009), entre os seus maiores desafios do agronegócio, se encontram a busca por índices de sustentabilidade dos sistemas de produção, envolvendo aspectos ambientais e sociais, bem como o desenvolvimento de mecanismos para agregação de valor.

O Brasil possui o maior rebanho bovino comercial e é o maior produtor e exportador da carne do mundo. O rebanho brasileiro no ano em 2018 ficou em torno de 232,3 milhões de cabeças de animais. No País também foi produzido 9,9 milhões de toneladas de carcaças de gado (USDA, 2018).

Contudo sua produção de carne a partir da bovinocultura é ineficiente se comparada com os Estados Unidos da America. Segundo dados da USDA (2018), no mesmo ano, os americanos, possuidor de menos da metade dos animais (94,3 milhões de cabeças), conseguiu produzir mais carne que no Brasil, 12,2 milhões de toneladas de carcaças de bovinos.

Dos 851,5 milhões de hectares das terras brasileiras, cerca de 28%, são destinadas a agropecuária. A área de terras destinadas aos outros usos como cidades, estradas e outros, não chegam a 4%. Tem ainda 1% é de áreas de pastagens em estagio avançado de degradação e 3% que se encontra em processo de regeneração da floresta nativa do bioma Amazônia (ABIEC, 2018).

Desde a colonização, grandes áreas de vegetação nativa foram desmatadas para abrir espaço para áreas de pastagem destinadas à pecuária e cultivo agrícola. De acordo com IBGE (2017), Somente de 1975 até 2017, foram desmatado 95.438.605 ha de terras para uso agropecuário.

O desmatamento está entre as principais consequências da atividade agropecuária no Brasil. É importante destacar que uma das principais justificativas para desmatamento é a segurança alimentar. No entanto de acordo com dados do IBGE (2004), As perdas que ocorreram do plantio, pré e pós-colheita de arroz, feijão, milho, soja e trigo, no Brasil, no ano de 2002, deixou de colher cerca de 12,9 milhões de toneladas de grãos. O Arroz, o cereal de

maior importância alimentar no mundo, foi a cultura que mais contribuiu para perdas, em números relativos, com índice de 11,89 % de sua produção.

A monocultura causada pelo agronegócio pode causar a degradação do solo devido a práticas inadequadas do uso, tornando o solo improdutivo no longo do prazo. Gerando não só problemas ambientais, mas também problemas econômicos para os próprios produtores rurais (Zen *et al.*, 2008; SILVA *et al.*, 2015).

O uso indiscriminado e inadequado dos fitossanitários, também consequência do agronegócio, causadora de danos. Segundo Conterato e Filipi (2009) e Mariani e Henkes (2015), o Brasil é um dos maiores compradores de agrotóxicos do mundo. Agrotóxicos, fertilizantes e antibióticos tem causado a contaminação do ar, do solo e da água no meio rural.

As substâncias derivadas dos fitossanitários, ao serem lançadas nas plantações ou no pasto, podem espalhar-se pelo ar, infiltrar-se no solo, atingir o lençol freático ou ser levado pela água da chuva para os mananciais. As intoxicações provocadas por estas substâncias têm aumentado tanto entre os trabalhadores rurais, por ficarem expostos diretamente a estes produtos, como entre pessoas que se contaminam por meio da ingestão de alimentos contaminados (CONTERATO E FILIPI, 2009; E MARIANI E HENKES, 2015).

O risco do consumo de produtos com fitossanitários, não se restringe apenas no cultivo direto em que é utilizado, visto que os animais podem acumular as substâncias tóxicas em concentrações muito acima daquelas encontradas nas águas nas quais vivem, (MARIANI e HENKES, 2015).

2.3 Uso da água

Desde o surgimento do Planeta Terra, a água agiu como elemento formador e passou por alterações durante as diversas eras geológicas. Na idade atual da Terra, as mudanças na qualidade da água, estão ocorrendo em função do crescimento populacional, uma vez que acarretavam uma maior demanda hídrica. (CETESB, 2017).

A água é o recurso mais importante em todos os aspectos da vida, com o manejo adequado pode conduzir a excelentes resultados na produção de alimentos, porém seu mau uso provoca degeneração do meio físico natural (PAZ *et al.*, 2000). A degradação ambiental relacionado ao recursos hídricos pode afetar, a saúde, a segurança, as atividades sociais e econômicas, a fauna e a flora, o bem-estar da população e as condições estéticas e sanitárias do meio (BORSOI e TORRES, 1997).

A água desempenha múltiplas funções, seja para atendimento das necessidades básicas humanas, animais e para a manutenção dos ecossistemas, seja como insumo na maioria dos processos produtivos. Estas múltiplas atribuições e conotações da água, devido ao seu caráter indispensável à vida, tornam essencial a normatização do seu uso, com uma legislação específica e atuação efetiva do poder público (BRASIL, 2013).

Nesse sentido os usos das águas brasileiras foram disciplinados pela Lei Federal no 9.433, de 08 de janeiro de 1997. A lei que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (BRASIL, 2013). Além disso, desconsiderando os limites político-administrativo, foi instituída a bacia hidrográfica como unidade de territorial de planejamento e execução das ações de gestão dos recursos hídricos (BRASIL, 1997).

De acordo com Collischonn e Tassi (2008) a bacia hidrográfica é uma área de captação natural de água de precipitação da chuva que converge os escoamentos para um único ponto de saída, denominado exutório. Para Tucci (2015), uma bacia hidrográfica é composta por um conjunto de superfícies vertentes constituídas pela superfície do solo e de uma rede de drenagem formada pelos cursos da água que confluem até chegar a um leito único no ponto de saída.

O Estado do Tocantins tem o seu território total inserido na Região Hidrográfica do Tocantins – Araguaia, ocupando 34,2% da área. A Região Hidrográfica destaca-se por ser a segunda maior do país em termos de área (918.273,00 km²), aproximadamente 11% do território nacional e de vazão (média 13.799 m³/s) 8% do total do país, inferior apenas a do Amazonas, e a maior do país com área de drenagem situada integralmente em território nacional (BRASIL, 2009).

Segundo Brasil (2009) o sistema hidrográfico do Rio Tocantins dentro do estado é de 172.828,2 km², representando 62,3% da superfície do território, esse sistema é formado por 14 sub-bacias hidrográficas. O sistema hidrográfico do Rio Araguaia com 16 sub-bacias hidrográficas completa a superfície com 104.791 km², equivalendo a 38% do estado.

De acordo com Tocantins (2011) no Estado do Tocantins também possui 14 sistemas aquíferos e segundo Brasil (2009) as reservas hídricas subterrâneas exploráveis são de 996 m³/s, sendo que o seu potencial está concentrado nos sistemas aquíferos porosos pertencentes às bacias sedimentares do Urucuia.

Segundo a Constituição Federal de 1988 (Art. 20), a água é um bem de domínio da União ou dos estados. Assim são Bens da União os lagos, os rios e quaisquer correntes de água em terrenos de seu domínio, ou que banhem mais de um estado, sirva de limites com

outros países, ou se estendam a território estrangeiro ou dele provenham, bem como os terrenos marginais e as praias fluviais. A Lei nº 9.433 de 1997 estabelece que a água é um bem de domínio público.

A Agência Nacional de Águas - ANA - entidade federal de implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e integrantes do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos - possui, dentre as suas competências, aquela relativa à emissão de outorgas de direito de uso de recursos hídricos em corpos de água de domínio da União, conforme disposições da Lei 9.984 de 2000.

De acordo com o Art. 26 da Constituição, são de domínio dos Estados e do Distrito Federal as águas superficiais ou subterrâneas, fluentes, emergentes e em depósito, ressalvadas as decorrentes de obras da União. Em outras palavras, todo rio que banha apenas determinado estado, as águas subterrâneas e as acumuladas por meio de reservatórios construídos com recursos do próprio estado, municípios ou recursos privados são de domínio estadual.

Os estados são responsáveis pela gestão das águas sob seu domínio e elaboração de legislação específica para a área. Para a gestão dos recursos hídricos de seu domínio, o estado do Tocantins instituiu a Lei nº 1.307, de 22 de março de 2002, que dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos.

O estado do Tocantins também instituiu Decreto nº 2.432, de 6 de junho de 2005, que regulamenta a outorga do direito de uso de recursos hídricos. Esse decreto em parágrafo único incumbe ao Instituto Natureza do Tocantins – NATURATINS, outorgar o direito de uso dos recursos hídricos e condiciona a outorga do direito de uso de recursos hídricos à disponibilidade hídrica e às prioridades expressas no Plano Estadual de Recursos Hídricos – PERH e nos Planos de Bacias Hidrográficas – PBHs.

2.4 Supressão vegetal nativa

O avanço da supressão sobre as áreas de vegetação nativa pode causar um processo de degradação, principalmente nas margens dos corpos hídricos e regiões de nascentes. Gambale *et al.* (2014) apontam que a intensa ação antrópica, promovida no Cerrado em função da expansão agrícola, tem modificado ecossistemas e habitats naturais, causando com isso a extinção de muitas espécies, sem ao menos serem formalmente descritas.

De acordo com Dutra e Souza (2017), forma geral, os danos causados ao Cerrado têm sido bastante amplos, além da alteração nos regimes de queimadas e perda da biodiversidade,

pelo menos 137 espécies de animais que ocorrem naturalmente no bioma estão ameaçadas de extinção.

Para Gambale *et al.* (2014), o Cerrado é um dos 34 *hotspots* de biodiversidade, com elevado número de espécies endêmicas, caracterizando a região como prioritária para estudos. Além disso, para Almeida (2016) o processo de fragmentação termina modificando ou eliminando as relações ecológicas, afetando a capacidade das espécies sobreviverem, pela perda de indivíduos reprodutivos, destacando espécies dispersoras e polinizadoras.

Contudo o sistema agrícola depende de espécies polinizadoras, segundo estudo de Torezani (2015), aproximadamente 87% de todas as angiospermas e um terço das plantas utilizadas na alimentação humana é dependente da polinização animal. A autora relata ainda que a dependência vai além da formação de frutos ou sementes, uma vez que a qualidade nutricional é maior quando originados de plantas devidamente polinizadas.

Outra característica de que depende a produção e o zoneamento agrícola é estabilidade da variação climática, que pode afetar e deixar vulneráveis ambientes por meio do aumento da temperatura e redução da precipitação. Para Copertino *et al.* (2019), o desmatamento excessivo pode causar o aumento na variação da temperatura pela fragmentação da vegetação nativa, deixando as áreas menos úmidas, mais inflamáveis e com menor capacidade de tamponar o fogo. As áreas florestadas que serviam de bloqueio pela sua densidade e umidade, com o desmatamento, passam a deixar as queimadas avançarem empurrando os seus limites ano após ano.

Além disso, geralmente junto com o desmatamento é necessário o uso de técnicas de correção do solo, utilização intensiva de agrotóxicos e mecanização, o processo serve para adaptação do cultivo e melhorar a produtividade. Contudo tais técnicas, se não usadas adequadamente pode causar erosão dos solos, poluição de aquíferos, desequilíbrios no ciclo do carbono e possivelmente modificações climáticas regionais (DUTRA e SOUZA, 2017).

O clima exerce grande influência sobre o ambiente, atuando como fator de interações entre componentes bióticos e abióticos. A seca é uma das características causadora de maior impacto negativo sobre as atividades agrícolas. A deficiência hídrica associada aos períodos de longa estiagem constitui uma das principais causas das quebras de safras (FRANCISCO *et al.*, 2021).

Segundo Meireles *et al.* (2007), a agricultura é um dos segmentos econômicos que mais depende das condições ambientais, com destaque para o solo e o clima, pode interferir no crescimento e o desenvolvimento e produtividade da lavoura.

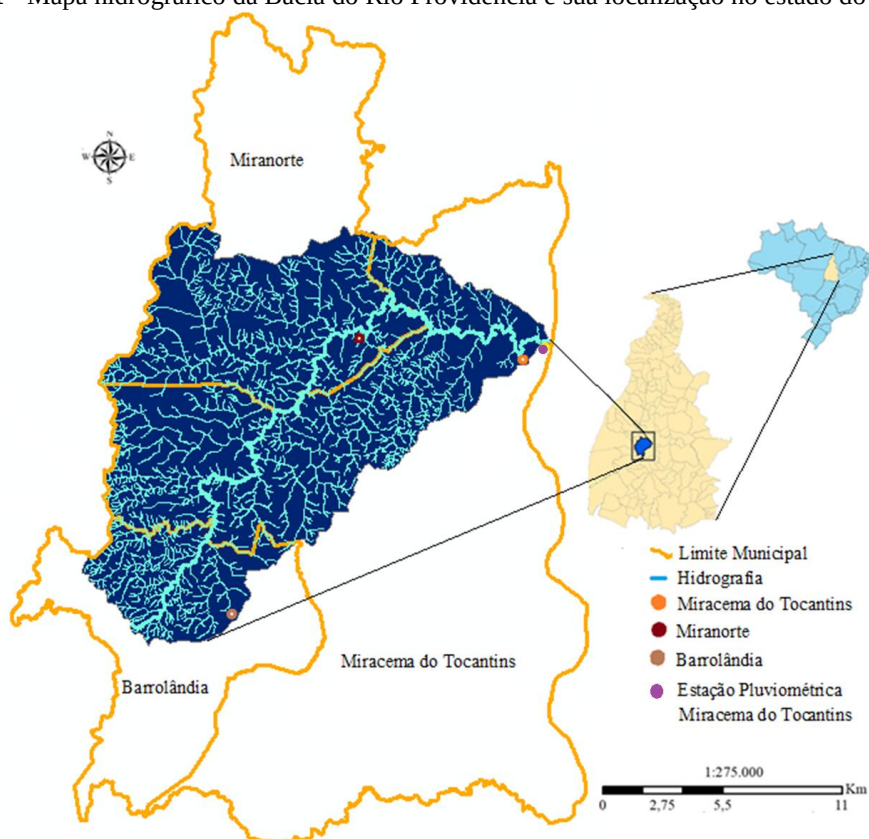
As condições ambientais devem ser adequadamente avaliadas antes da implantação de uma atividade agrícola para se alcançar produtividade econômica, cada cultura necessita de condições favoráveis durante todo o seu ciclo vegetativo, isto é, exige determinados limites de temperatura nas várias fases do ciclo e de uma quantidade mínima de água.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Área de estudo

A área de estudo corresponde à bacia hidrográfica do rio Providência que possui área de 1.610,06 km² (Figura 1). Essa é uma das sub-bacias da Bacia Tocantins Araguaia, localizada no Estado do Tocantins e inserida no bioma Cerrado. O rio Providência tem suas principais nascentes no município de Barrolândia (700,25 km²), banha parte dos municípios de Miranorte (1.035,38 km²) e Miracema (2.661,11 km²), desembocando no rio Tocantins. A bacia ocupa 36,62% da área total dos três municípios, que juntos somam uma área de 4.396,74 km².

Figura 1 - Mapa hidrográfico da Bacia do Rio Providência e sua localização no estado do Tocantins



Fonte: Autoria própria adaptado de Tocantins (2021)

3.2 Levantamento de dados morfométricos

Para o desenvolvimento das imagens dos mapas desse trabalho foi utilizado o Sistema de Informações Geográficas (SIG)/software QGIS, software livre licenciado sob a GNU General Public License e dados vetoriais temáticos geoespaciais da Base de Dados Geográficos do Estado do Tocantins. Os dados referentes ao arquivo *raster* contendo elevação das cenas do SRTM (Missão Topográfica Radar Shuttle) correspondente à área de estudo foram obtidos a partir do acesso INPE (2021).

A partir da adição das cenas SRTM elaborou-se o mosaico, e em seguida obteve-se a imagem *raster* da área de estudo. Foram utilizados os arquivos vetoriais dos limites da sub-bacia hidrográfica e hidrografia linha da área de estudo oriundos da Base Cartográfica Digital Temática do CAR (Cadastro Ambiental Rural) do estado de Tocantins (TOCANTINS, 2021).

A partir dos dados espaciais a bacia hidrográfica foi delimitada e determinados os seguintes parâmetros morfométricos: área da bacia, perímetro, comprimento do canal principal, comprimentos axial, densidade de drenagem e hierarquização dos cursos d'água. Esses elementos subsidiaram a análise da ordem dos cursos d'água e vazões médias mensais das bacias.

A densidade de drenagem foi determinada utilizando a equação 1, de acordo com Villela e Mattos (1975):

$$(1) Dd = \frac{L_{tot}}{A}$$

Onde: L_{tot} é a extensão total dos cursos d'água e A é a área da bacia hidrográfica.

A ordem de hierarquização dos cursos d'água foi baseada na classificação proposta por Strahler (1957). O nível da ordem da rede de drenagem é em função da sua ramificação. Canais de primeira ordem são aqueles que não possuem tributários; os de segunda ordem só recebem tributários de primeira ordem; e, os de terceira podem receber tributários de primeira e segunda ordem e assim sucessivamente (TEODORO *et al.*, 2007).

3.3 Levantamento da área de supressão da vegetal nativa

Para a composição do mapa de pressão sobre o uso e ocupação na Bacia do Rio Providência, utilizou-se a sobreposição dos planos de informações, tendo como principais critérios analíticos as classes de uso e cobertura, o desmatamento de cada ano, a hidrografia principal (Rio Providência), e secundária.

As classes de destaque: vegetação nativa florestal e antropizada pelo desmatamento foram obtidas e analisadas por meio de técnicas de processamento digital de imagens e análise espacial com os seguintes parâmetros: origem da quilometragem: Equador e Meridiano Central 51° W.Gr acrescida das constantes N 10.000Km E 500Km, Datum horizontal Sirgas 2000, Fuso 22, conforme dados disponibilizados pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE (2021) e imagens: Imagem do ano 1984: Landsat 5, res. espacial; 30 m, data de passagem: 18/06/1984, Órb / Ponto: 222/67; ano 1990: Landsat 5, res. espacial; 30 m, data de passagem: 16/04/1990, Órb / Ponto: 222/67; ano 2000: Landsat 7, res. espacial; 15 m, data de passagem: 08/07/2000, Órb / Ponto: 222/67; ano 2010: Landsat 5, res. espacial; 30 m, data de passagem: 28/07/2010, Órb / Ponto: 222/67; ano 2020: Sentinel 2A, res. espacial; 10 m, data de passagem: 21/07/2020, Órb / Ponto: T22LGQ.

3.4 Levantamento e cálculo das vazões e precipitação

Para análise da vazão no exutório da bacia, foi realizado a regionalização da Estação Fluviométrica Miracema, código 22500000, estação mais próxima do ponto. A estação possui área de 183.355,00 km² com série histórica de 09/1969 a 12/2014. Foi utilizado a ferramenta, ArcGis 10.1 e o Sistema de Informação Hidrológica da Agência Nacional de Águas e Saneamento - SIH/ANA. Os dados da estação foram disponibilizados através do HidroWeb juntamente com as suas séries históricas de vazão média.

Em seguida foi calculada a vazão específica da estação, através da divisão da vazão Q_{90} da estação, pela área de drenagem (AD). Para obtenção da vazão mensal de referência Q_{90} do exutório de cada bacia, foi feita interpolação multiplicando o valor da vazão específica da estação, pela área de drenagem de cada ponto estudado.

A Q_{90} é a vazão com 90% de permanência no tempo, podendo ser extrapolada para outras seções do curso d'água, com base na área da bacia hidrográfica contribuinte e nas quantidades de chuvas da região (ANA, 2011). As vazões médias mensais foram calculadas utilizando as equações 2 e 3 de acordo com Villela e Mattos (1975):

$$(2) \quad Q_{\text{especifica est.}} = \frac{Q_{90 \text{ estacao}}}{AD_{\text{estacao}}}$$

$$(3) \quad Q_{90 \text{ EBHRP}} = (Q_{\text{especifica est.}}) * (AD_{\text{BHRP}})$$

Onde: EBHRP é Exultório da Bacia Hidrográfica do Rio Providência; AD é a área de drenagem da bacia hidrográfica; Q é vazão e Q_{90} é a vazão determinada a partir das observações em um posto fluviométrico em certo período de tempo, em que 90% daquele período as vazões foram iguais ou superiores a ela (ANA, 2011).

Os valores de médias mensais, anuais e chuva acumulada para a região de estudo, foram calculados com base nas informações contidas na HIDROWEB v3.2.6 (ANA, 2021), da Estação Pluviométrica Miracema do Tocantins, código 948000, coordenadas 9°33'36,00"S 48°22'48,00"O.

Para o cálculo das médias dos acumulados mensais de precipitação foi utilizado à série de dados observados entre os anos de 1970 a 2020. As falhas de dados para os meses de fevereiro, abril e maio de 2008; maio e dezembro de 2014; março de 2016, outubro, novembro e dezembro de 2019 e janeiro, fevereiro, março, outubro, novembro e dezembro de 2020 foram complementados com as médias dos acumulados do mesmo mês. Para o ano de 2017, foi utilizado também os valores absolutos dos acumulados mensais (ANA, 2021).

Também, a partir dos dados disponibilizados na HIDROWEB v3.2.6, foram calculados os acumulados de precipitação para os meses de maio a setembro dos anos de 1970 a 2020 e a soma do acumulado para os cinco meses. Estes meses foram utilizados por serem os menos chuvosos ao longo da série histórica.

3.5 Levantamento de dados e análise as emissões de CO₂e

Para o cálculo das emissões dos gases de efeito estufa CO₂e (GWP-AR5) em toneladas (t), relacionados aos anos de 2000 a 2018, as informações foram obtidas a partir do SEEG (2021). Foram somados os resultados das emissões dos municípios de Barrolândia, Miracema do Tocantins e Miranorte.

3.6 Levantamento das principais atividades agropecuárias

Os dados de uso do solo dos municípios em estudo foram obtidos a partir do censo agropecuário do IBGE (2017). Em princípio foi levantado a área de terras utilizadas para os diversos tipos de lavoura (lavoura permanente e temporária) e pastagem (pastagem natural, pastagem plantada e pastagem degradada). Posteriormente para cada um dos três municípios, foram somadas as áreas de cada variável, para efeito de comparação entre as áreas das

atividades. Em seguida, foram identificadas as principais culturas da lavoura permanente por meio da quantidade da área de terra empregada para o cultivo.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

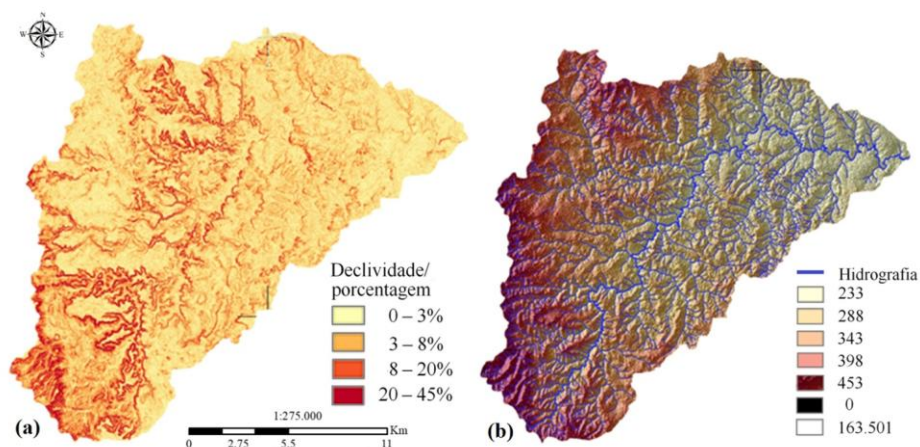
4.1 Caracterização e análise morfométrica da bacia

A delimitação da rede hídrica juntamente com Bacia do Rio Providência foi possível calcular parâmetros morfométricos como a área de drenagem (1.610,06 km²), perímetro (206,9 Km) e ramificações hidrográficas em 5ª ordem como apresentado na figura 1. A partir desses dados foi possível classificar a bacia hidrográfica como de grande porte, conforme critérios adotados por Strahler (1957) e Santos e Eloi (2015).

Por meio da análise morfométrica também foram determinados o comprimento do principal rio, o Providência, da nascente até sua foz no rio Tocantins em 123,01 Km, que junto com seus tributários formam uma rede hídrica com 2.162,01 km de extensão, que de acordo com Santos e Eloi (2015) pode ser classificado como um bom sistema de drenagem.

Os valores de declividade (figura 2a) apresentam variações entre 0 a 45%, com parte do relevo classificado como suavemente ondulado entre 0 e 3% e predominância entre 3% e 8%, dentro do perímetro da bacia. A altimetria (figura 2b) está entre 233,00 m e 453,00 m, com variação de 220 metros entre o ponto mais baixo e o mais alto, com predominância de cotas mais altas na região das nascentes e as mais baixas, nas proximidades da foz do rio principal.

Figura 2 - Mapa de declividade em porcentagem (a) e mapa hipsométrico (b) da Bacia Hidrográfica do Rio Providência



Fonte: Autoria própria adaptado de INPE (2021)

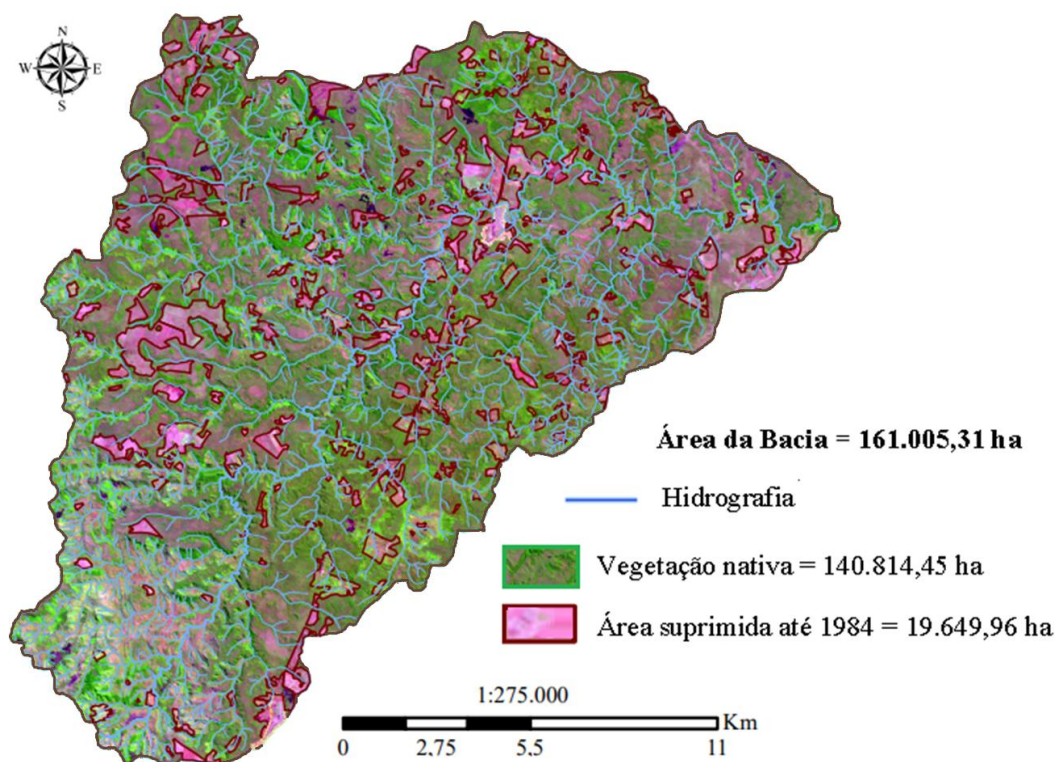
A caracterização do relevo é fundamental para tomada de decisão no uso do solo. Para Oliveira (2014), o relevo tem papel preponderante como fator de formação dos solos e determinante na intensidade e direcionamento do fluxo hídrico. Sendo que cada tipo de solo e topografia ao longo da vertente demanda um manejo diferenciado, para melhor aproveitamento e conservação dos solos, especialmente os menos desenvolvidos.

Santos *et al.* (2008) relataram que em bacia de relevo ondulado, geralmente as várzeas ocupam 15% e os topos 2% da área, é onde são concentradas as atividades agrícolas, por se tratar de áreas planas. De acordo com Victoria *et al.*, (2020), áreas com declividade entre 0% e 3%, não possui limites à mecanização.

4.2 Análise da supressão vegetal

Até 1960 a área da bacia em estudo era pouco cultivada, o Cerrado ainda era visto como inapto ao desenvolvimento de atividades agrícolas. Só a partir da década de 1970, quando o governo brasileiro deu início a variadas ações para acelerar o desenvolvimento da produção agrícola no Cerrado (BOLFE *et al.*, 2020), foi que a área estudada começou ser modificada por ações antrópicas (figura 3).

Figura 3 - Área da Bacia do Rio Providência com a vegetação nativa e suprimida, considerando imagem de 18 de junho de 1984



Fonte: Autoria própria adaptado de INPE (2021).

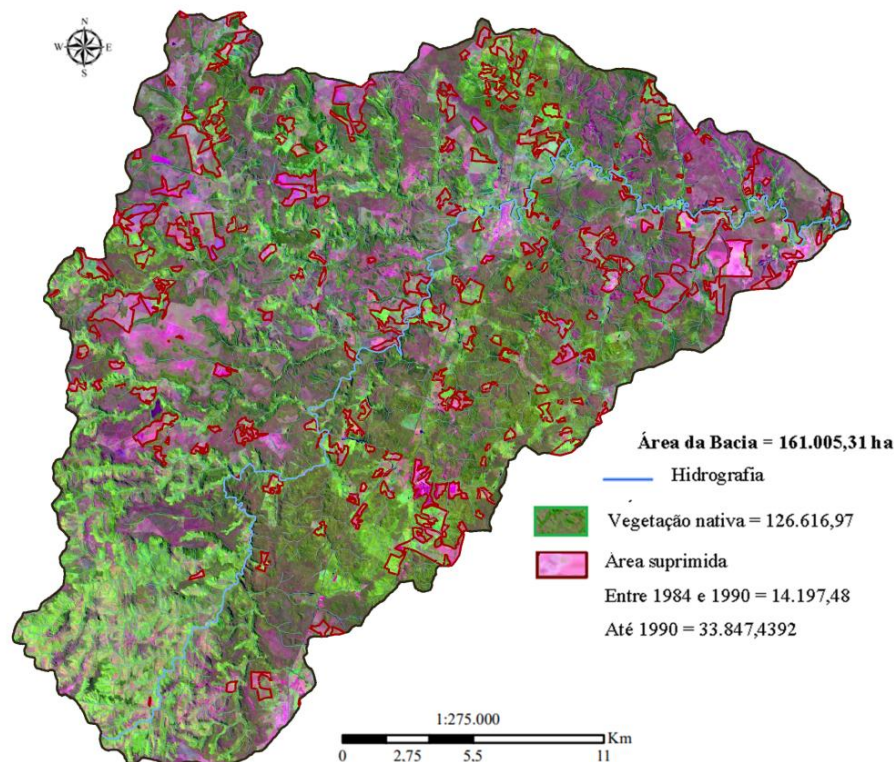
Em 1984, apenas 12% (19.649,96 ha) da área da Bacia do Rio Providência tinham sido suprimidas. Até então, o Tocantins fazia parte do norte goiano, era considerado de pouca importância econômica, o PIB da região correspondia a apenas 3,7% da participação em relação ao PIB do sul de Goiás, denotando, assim, baixa participação na conjuntura econômica do estado (Marques 2019).

De acordo com Santos (2017), o desenvolvimento da pecuária e atividades agrícolas no Cerrado Tocantinense, foi intensificado no início da década de 1990, pela recém-criação do estado do Tocantins.

Enquanto no bioma Cerrado, entre 1985 E 2017, a vegetação nativa diminuiu 17,65%, passando de uma área 136 milhões de hectares para 112 milhões (BOLFE *et al.*, 2020), na Bacia Hidrográfica do Rio Providência, que ocupa área do bioma, a supressão foi bem mais expressiva 85,43%, em período aproximado de 1984 a 2020.

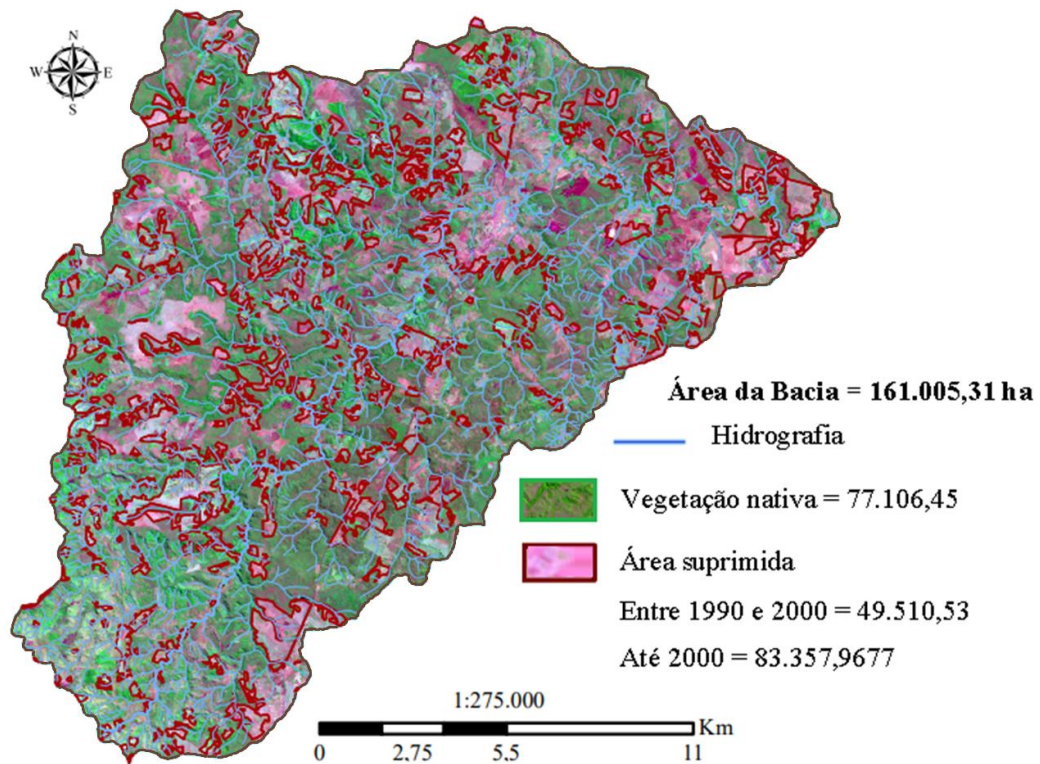
No local a área de vegetação nativa passou de 140.814,45 ha para 20.503,39 ha. Atualmente a área está bastante antropizada, as imagens das figuras 3, 4, 5, 6 e 7 mostram a evolução desse desmatamento.

Figura 4 - Área da Bacia do Rio Providência com a vegetação nativa e suprimida, considerando imagem de 18 de junho de 1990



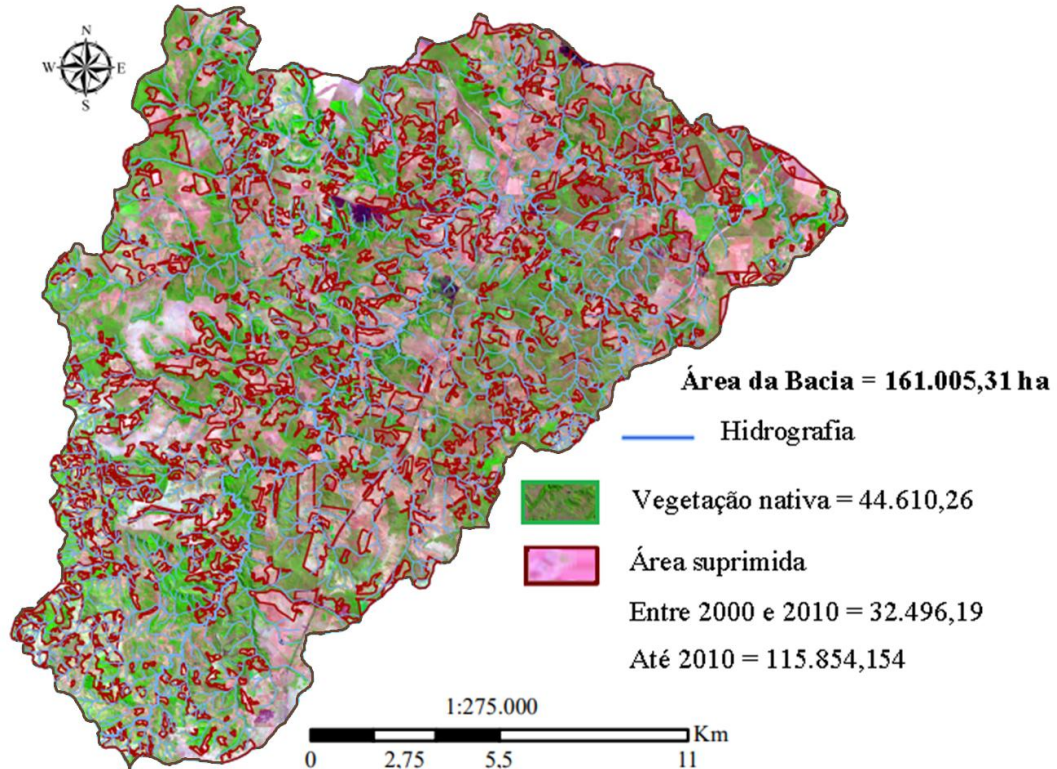
Fonte: Autoria própria adaptado de INPE (2021).

Figura 5 - Área da Bacia do Rio Providência com a vegetação nativa e suprimida, considerando imagem de 18 de julho de 2000



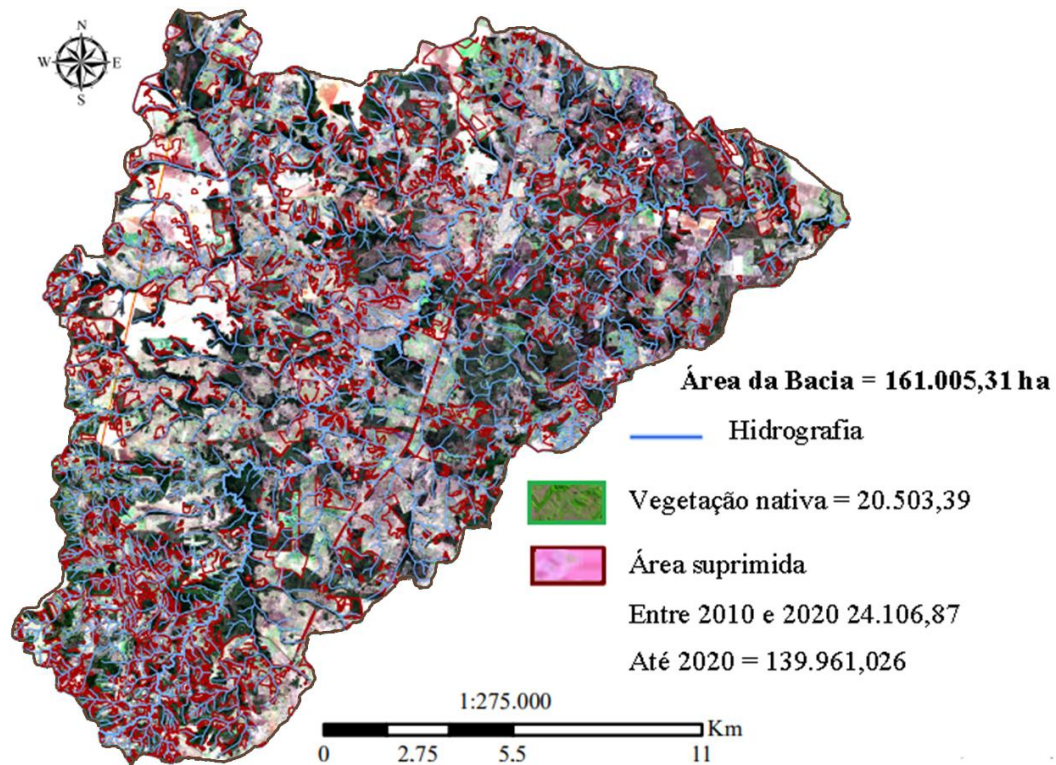
Fonte: Autoria própria adaptado de INPE (2021).

Figura 6 - Área da Bacia do Rio Providência com a vegetação nativa e suprimida, considerando imagem de 18 de julho de 2010



Fonte: Autoria própria adaptado de INPE (2021).

Figura 7 - Área da Bacia do Rio Providência com a vegetação nativa e suprimida considerando imagem de 18 de julho de 2020



Fonte: Autoria própria adaptado de INPE (2021).

Nas últimas três imagens é perceptível a supressão vegetal, inclusive nas faixas marginais de nascentes e cursos hídricos. De acordo com o Novo Código Florestal, Lei nº 12.651 de 2012, que dispõe sobre a proteção da vegetação nativa, essas são Áreas de Proteção Permanente – APPs e deverá ser mantida a qualquer título. Tendo ocorrido a supressão, o proprietário da área, é obrigado a promover sua recomposição.

O Novo Código, também diz que, imóveis rurais situados em área de cerrado, deve manter área de 35%, com cobertura de vegetação nativa, a título de Reserva Legal. Contudo na bacia, até 2020, restavam apenas 20.503,30 ha ou 12,73% da área.

A área de Reserva Legal deve ser mantida não só por obrigação da lei, para Dutra e Souza (2017) e Copertino *et al.* (2019), a supressão desordenada pode acarretar instabilidade da variação climática, que pode afetar e deixar vulneráveis ambientes por meio do aumento da temperatura, aumento na variação da temperatura, redução da precipitação, deixar as áreas menos úmidas e mais inflamáveis.

O clima exerce grande influência sobre o ambiente, atuando como fator de interações entre componentes bióticos e abióticos. A seca é uma das características causadora de maior impacto negativo sobre as atividades agrícolas. A deficiência hídrica associada aos períodos

de longa estiagem constitui uma das principais causas das quebras de safras (FRANCISCO *et al.*, 2021).

Segundo Meireles *et al.* (2007), as atividades agropecuárias são seguimentos econômicos e de produção de alimentos que mais depende das condições ambientais, com destaque para o solo o clima e a água que pode interferir principalmente na produtividade. Cada tipo de cultura agrícola e pastagem têm suas especificações ambientais e alterações severas durante seu ciclo vegetativo, e pode limitar seu desenvolvimento.

4.3 Cálculo das vazões e precipitação na região

A disponibilidade de água pode determinar as terras agricultáveis em maior ou menor área de risco para a produção. Nesse sentido as estimativas das vazões médias mensais do exutório da Bacia do Rio Providência, apresentados na tabela 1, são elementos importantes como subsídio na decisão de se iniciar ou expandir empreendimentos produtores de alimentos. Os dados mostram que o período mais críticos com relação ao volume de água dos cursos hídricos é de junho a outubro do ano calendário.

Tabela 1 - Estimativas das vazões médias mensais Q90 75% da vazão Q90 do exutório da Bacia do Rio Providência e médias dos acumulados mensais da precipitação entre os anos de 1970 e 2020, acumulados mensais para 2017 e acumulados anuais em milímetros (mm)

Mês	Vazão Q ₉₀ (m ³ /dia)	75% da Q ₉₀ (m ³ /dia)	25% da Q ₉₀ (m ³ /dia)	Precipitação média (mm) 1970/2020	Precipitação 2017
Jan	1.436.945,59	1.077.709,19	359.236,40	264,62	321,90
Fev	1.565.163,01	1.173.872,26	391.290,75	233,88	227,70
Mar	1.867.877,53	1.400.908,14	466.969,39	271,76	249,60
Abr	1.576.543,26	1.182.407,44	394.135,82	170,69	103,20
Mai	892.969,88	669.727,41	223.242,47	50,97	18,60
Jun	652.467,37	489.350,53	163.116,84	5,56	0,00
Jul	493.143,94	369.857,96	123.285,98	2,44	0,00
Ago	395.273,84	296.455,38	98.818,46	6,26	0,00
Set	346.718,13	260.038,60	86.679,53	47,24	0,00
Out	481.005,02	360.753,76	120.251,26	142,82	27,20
Nov	767.787,19	575.840,39	191.946,80	217,64	115,00
Dez	1.024.980,72	768.735,54	256.245,18	273,22	286,30
Média dos Acumulados anuais e acumulado de 2017				1.673,30	1.349,50

Fonte: (ANA, 2021)

Considerando que toda rede hídrica da bacia em estudo é de domínio estadual, as autorizações para captação de água, são estabelecidas pelo Decreto Estadual n^o 2.432 de 2005,

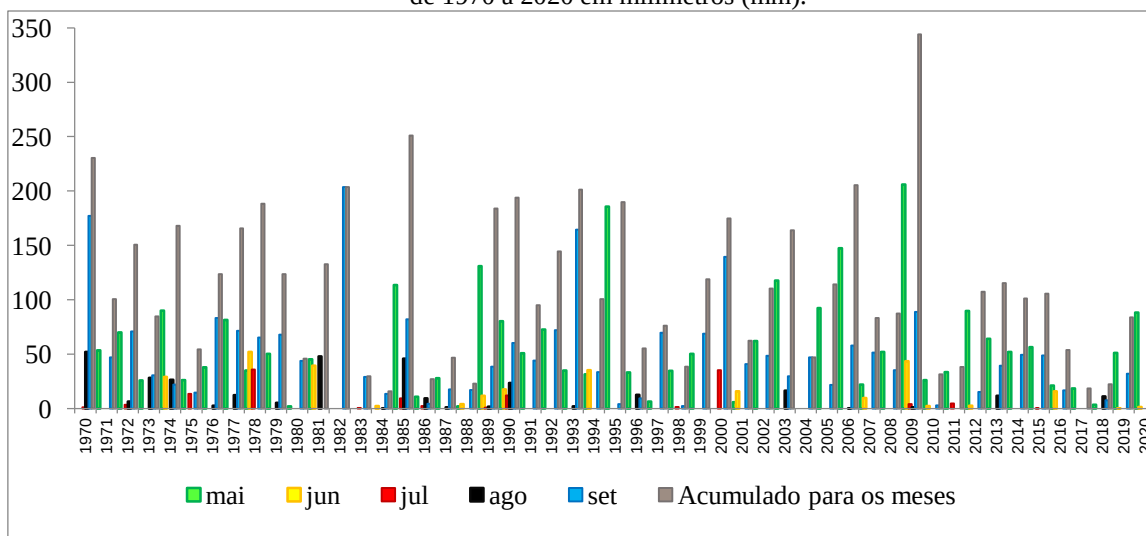
que regulamenta a emissão de atos de outorga de uso de recursos hídricos do Tocantins. Tanto no uso para dessedentação de animais ou irrigação de lavouras, as outorgas são baseadas na disponibilidade de água do manancial onde está o ponto de captação.

O Decreto institui também que nenhum usuário poderá receber, individualmente, vazão acima de 25% da vazão de referência do manancial, e o somatório de todas as outorgas no trecho não deve ultrapassar 75% dessa vazão. Os cálculos para o uso de água na dessedentação é realizado conforme a necessidade de espécies e número de animais. Na irrigação a demanda é calculada considerando a área plantada, necessidade hídrica da cultura, evapotranspiração e precipitação local (ANA, 2013).

A precipitação na região para 2017, ano que segundo Fernandes e Nunes (2017), tiveram conflito pelo uso da água do Rio Providência, apresentou valores de precipitação, a excessão de janeiro, as precipitações no ano foram abaixo da média (Tabela 1), além disso, houve quatro meses com precipitação zero (junho a setembro). As médias dos acumulados mensais das últimas cinco décadas (1970 a 2020) mostraram o período de menor precipitação pluviométrica na região, cinco meses de maio a setembro.

Coincidência ou não, o fato é que ao analisar o comportamento das chuvas na região, durante os cinco meses, é possível constatar que a precipitação pluvial era mais uniforme nas duas primeiras décadas analisadas, época com menor supressão vegetal nativa na Bacia do Rio Providência. Contudo a intensidade foi aumentando gradativamente, ao longo dos anos para o mês de maio e diminuindo para setembro. Diminuiu também o acumulado para os cinco meses na última década, com destaque em 2017, depois de um pico em 2009 (Figura 4).

Figura 8 - Acumulado da precipitação mensal e soma dos acumulados dos meses de maio a setembro dos anos de 1970 a 2020 em milímetros (mm).



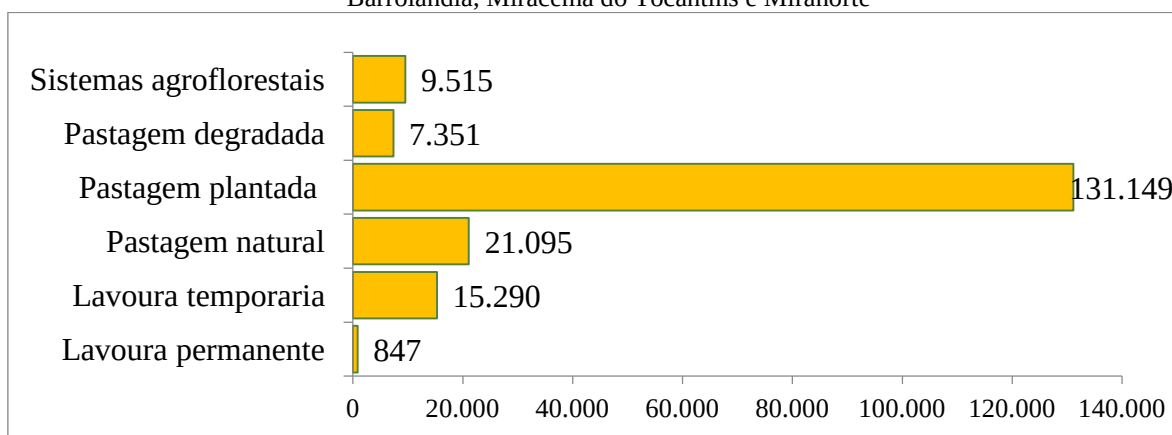
Fonte: (ANA, 2021)

Dados pluviométricos são igualmente necessários para tomada de decisão na agropecuária, atividade muito vulnerável às adversidades climáticas. Para Freitas *et al.* (2016) o estresse climático é um fator que pode contribuir para degradação das pastagens na região do Tocantins, seja pela concentração intensiva das chuvas que pode provocar erosão no solo e perda de fertilidade ou prolongamento na estação da seca, que prejudica a produtividade.

4.4 Principais atividades agropecuárias

A pastagem é uma importante atividade para a região dos municípios que abrangem a Bacia do Rio Providência. De acordo com dados do IBGE (2017), juntos Barrolândia, Miracema do Tocantins e Miranorte, tem predominância pela ocupação de solo com pastagem, sendo a pastagem plantada predominante (figura 9).

Figura 9 – Classificação do uso das terras antropizadas e respectivas áreas em hectares nos municípios de Barrolândia, Miracema do Tocantins e Miranorte



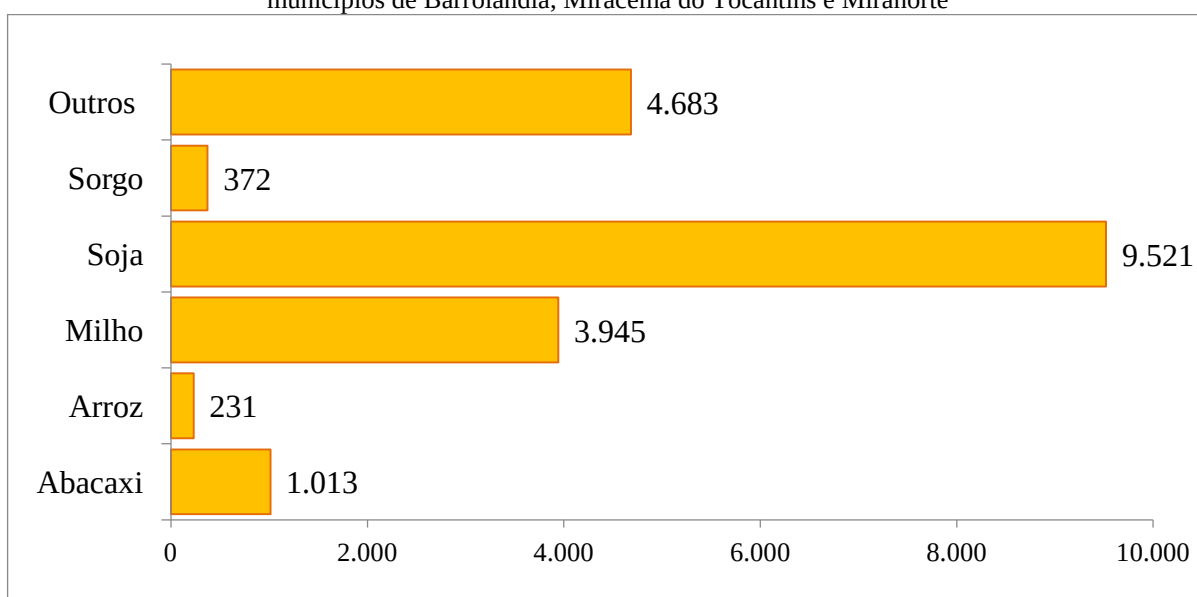
Fonte: (IBGE, 2017)

A predominância de área de pastagem nos três municípios é similar à brasileira (IBGE, 2017). Segundo dados da USDA (2018 e 2021), no Brasil a produção bovina se destaca no cenário mundial do agronegócio, possui o maior rebanho comercial efetivo, sendo o maior exportador de carne bovina do mundo.

Entretanto a produtividade brasileira é insuficiente quando comparado a projeção de produção para 2021, de carne (9,550 milhões de toneladas), de bezerros (52,000 milhões de cabeças), possuindo rebanho de 252,700 milhões de cabeças, com a projeção no mesmo ano para os EUA, com rebanho muito menor (93,595 milhões de cabeças), produz muito mais carne (12,719 milhões de toneladas) e bezerros com 35,800 milhões de cabeças (USDA, 2021).

A região local possui uma grande área com pastagem degradada, 7.351 ha (figura 9). A área de pastagem degradada, dos três municípios representa 4,56% da área da Bacia do Rio Providência. No espaço seria possível, cultivar mais que toda produção de milho, abacaxi e sorgo, segunda terceira e quarta respectivamente culturas mais produzidas nos municípios, relacionados a lavoura temporária, conforme mostra a figura 10.

Figura 10 - Área de cultivo em hectares das principais atividades agrícolas de lavoura temporária nos municípios de Barroândia, Miracema do Tocantins e Miranorte



Fonte: (IBGE, 2017)

A figura 10 também mostra que a lavoura temporária mais produzida na região é a soja. O cultivo da soja, importante cultura do agronegócio brasileiro é outra atividade dependente dos padrões regulares do clima. Segundo Radin *et al.* (2017), oscilações no rendimento de soja, estão correlacionadas com o acumulado intensivo da precipitação.

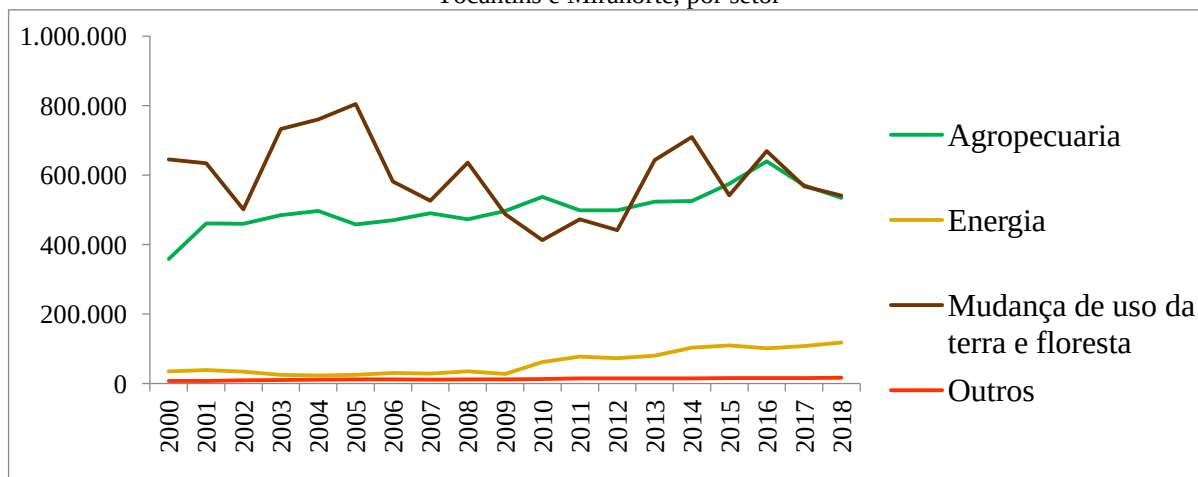
Para os autores o aumento no número de dias consecutivos sem ocorrência de precipitação pluvial ou diminuição do número de dias com precipitação, também são variáveis que agravam o efeito e impactam negativamente no rendimento da cultura.

As mudanças no clima são intensificadas pelo efeito estufa causadas pelo aumento das emissões de CO₂ resultante principalmente, do uso energético de combustíveis fósseis e as mudanças do uso e cobertura da terra (BRASIL, 2020). O Brasil está na quarta posição de maior emissor e aproximadamente 75%, são resultantes de desmatamentos e da mudança no uso da terra (ASSAD *et al.*, 2008).

Nos três municípios que ocupam parte da Bacia do Rio Providência, mudança do uso da terra e floresta e agropecuária também são as atividades que mais emitiram gases do efeito

estufa entre 2000 e 2018, conforme figura 11. Os dados corroboram com as imagens 3, 4, 5, 6 que mostram a evolução da supressão vegetal.

Figura 11 - Emissões em toneladas (t) de CO₂e (GWP-AR5)* nos municípios de Barrolândia, Miracema do Tocantins e Miranorte, por setor



*Com base potencial de aquecimento global – GWP-AR5 todos os gases do efeito estufa são convertidos em CO₂e, segundo os fatores de conversão estabelecidos no 5º relatório do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas - IPCC AR5

Fonte: (SEEG, 2021)

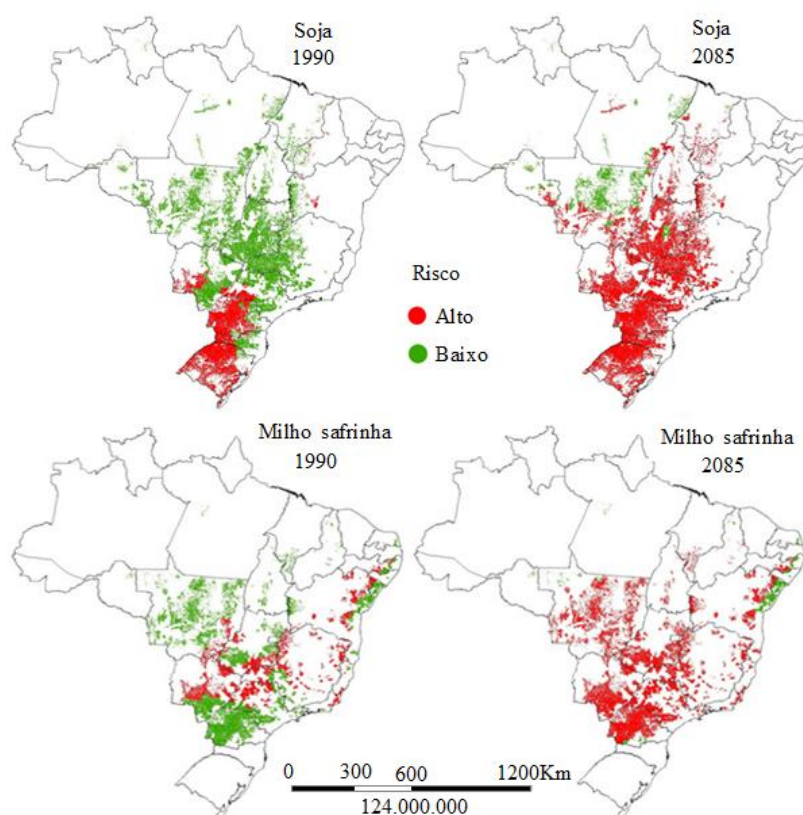
Nos últimos anos, os eventos extremos provocados pelo aquecimento global, tem provocado apreensão sobre os fatores de risco relacionado à saúde, a biodiversidade e ao agronegócio principalmente na produção de alimentos. De acordo com Brasil (2020), as perdas na produção agrícola em função da redução das áreas aptas para o cultivo, pode se intensificar com as mudanças climáticas.

O risco é determinado pela relação entre a evapotranspiração real e evapotranspiração máxima que depende da temperatura e da oferta de água (relaciona à deficiência hídrica durante o ciclo das culturas). Culturas como café, feijão, arroz, milho, milho safrinha e soja, podem ter redução nas suas áreas de cultivo (ASSAD *et al.*, 2008).

No caso da soja, as projeções para aumentar as áreas de alto risco em função do aquecimento global é de 20,3 milhões de hectares, As perdas de áreas de baixo risco podem ficar acima de 81%, reduzindo de 24,98 milhões (2012) de hectares para 4,69 milhões de hectares em 2085 (Assad *et al.*, 2016; Brasil, 2020).

Havendo a redução do período favorável ao plantio pode também reduzir a frequência da segunda safra. O cultivo de duas safras anuais (soja e milho principalmente) é um dos pontos fortes da agricultura brasileira. A figura 12 pode exemplificar a projeção para perda de área apta ao cultivo de soja e milho safrinha.

Figura 12 - Espacialização das áreas de cultivo de soja e milho safrinha em 1990 e projeção para cenário de alto risco em 1985



Fonte: Brasil (2016)

O milho safrinha que já é uma cultura de risco, nas projeções de cenários de aquecimento global, o risco aumenta substancialmente, em função do aumento da temperatura e da deficiência hídrica, passando de uma área de 7.468.878 para 204.339 ha em 2085, redução de 97,3% (Brasil, 2016; Brasil, 2020).

5 CONSIDERAÇÃO FINAIS

É preciso e inevitável fazer a recuperação das APPs e Reserva Legal na área da Bacia estudada, ambientes ecologicamente equilibrados são mais resistentes para suportar variações climatológicas como a que ocorreu em 2017 quando o Rio Providencia chegou a secar. A vegetação tem função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, proteger o solo além de assegurar o bem-estar das populações humanas, promover a conservação da biodiversidade, abrigo e proteção de fauna silvestre e da flora nativa.

É fundamental para a região melhorar eficiência produtiva da bovinocultura, cujo sistema produtivo como no restante do Brasil é a atividade econômica que mais ocupa extensão de terras. Recomenda também como alternativas para evitar os processos erosivos nas pastagens a avaliação da aptidão e capacidade de uso solo, podendo assim fazer uso racional do recurso, devem-se ainda empregar práticas conservacionistas que mais se adéquem ao local.

Considerando que Bacia do Rio Providência ocupa 36,62% da área total dos municípios de Barrolândia, Miracema do Tocantins e Miranorte, que 41% da pastagem plantada no estado no Tocantins apresenta declividade entre 0% a 3%, conforme Victoria *et al.* (2020) e observando o mapa de declividade na figura 2a, é possível constatar o equivalente a 19.690,97 ha de pastagens plantadas com condições favoráveis para lavoura na Bacia do Rio Providência, com declividade de 0% a 3%, com aptidão para mecanização.

Recomenda-se, a partir deste estudo, a promoção de estudos de melhoramentos genéticos de cultivares de plantas agrícolas principalmente as alimentícias, a fim de torná-las mais adaptadas às condições climáticas desfavoráveis; a adoção de práticas que impeçam o avanço do desmatamento para a abertura de novas áreas de plantio. Além disso, pastos degradados são passíveis de recuperação para dar lugar à expansão agrícola, para que não seja preciso derrubar mais árvores.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABIEC - Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carne. **Perfil da Pecuária no Brasil: Relatório Anual**. 2018. Disponível em: <<http://abiec.siteoficial.ws/images/upload/sumario-pt-010217.pdf>>. Acesso em: 06/12/2018.
- ALMEIDA, D. S. Recuperação ambiental da Mata Atlântica. **rev. and enl**, Ilhéus, p. 200, 2016. Disponível em: <<https://static.scielo.org/scielobooks/8xvf4/pdf/almeida-9788574554402.pdf>>. Acesso em: 25 abr. 2019.
- ANA - Agência Nacional de Águas. **Plano estratégico de recursos hídricos da bacia hidrográfica dos rios Tocantins e Araguaia: relatório síntese**. Brasília, 2009.
- ANA - Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. **Outorga de direito de uso de recursos hídricos: Cadernos de capacitação em recursos hídricos**, Brasília, p.52, 2011.
- ANA - Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. **Manual de procedimentos técnicos e administrativos de outorga de direito de uso de recursos hídricos da Agência Nacional De Águas**, Brasília, p.252, 2013.
- ANA - Agência Nacional de Águas. **Lista de termos para o thesaurus de recursos hídricos da Agência Nacional de Águas**. PORTARIA Nº 149, de 26 de março de 2015.

ANA - Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. **Séries Históricas de Estações.** HIDROWEB v3.2.6. 2021. Disponível em:
<<https://www.snirh.gov.br/hidroweb/serieshistoricas>>. Acesso em: 07 out. 2021.

ASSAD, E. D.; PINTO, H. S.; ZULLU JR, J.; MARIN, F.; PELLEGRINO, G. **Aquecimento Global e a Nova Geografia da Produção Agrícola no Brasil.** Plenarium, v.5, n.5, p. 96 - 117, out., 2008.

ASSAD, E. D.; VICTORIA, D. de C.; CUADRA, S. V.; CUADRA, S. V.; ZANETTI, M. R. **Efeito das mudanças climáticas na agricultura do Cerrado.** In: BOLFE, E. L.; SANO, E. E.; CAMPOS, S. K. (Ed.). Dinâmica agrícola no cerrado: análises e projeções. Brasília, DF: Embrapa, v. 1, cap. 7, p. 213-228, 2020.

BOLFE, E. L.; SANO, E. E.; CAMPOS, S. K. (Ed.). Dinâmica agrícola no cerrado: análises e projeções. Brasília, DF: Embrapa, v. 1, cap. 7, p. 213-228, 2020.

BORSOI, Z. M. F.; TORRES, S. D. A.. A política de recursos hídricos no Brasil. **Revista do BNDES**, v. 4, n. 8, p. 143-166, 1997.

BORTOLON, E.; BORTOLON, L. Caracterização, potencial agrícola e perspectivas de manejo de solos leves no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.51, n.9, p.1003-1020, set. 2016.

BRANDÃO, A. S. P. Conquistas e desafios do agronegócio brasileiro. **Revista de Política Agrícola**. n 1, Jan. - Mar. 2006. Disponível em:
<<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/62819/1/Paginas-de-pol-agr-01-2006-117-118-OK.pdf>>. Acesso em: 20/01/2019.

BRASIL. [Constituição (1988)]. **Constituição da República Federativa do Brasil:** promulgada em 5 de outubro de 1988.

BRASIL. Lei nº9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. **Diário Oficial da União:** Seção 1, Brasília, DF, P. 470, 9 jan. 1997.

BRASIL. Lei nº 9984, de 25 de julho de 2000. Dispõe sobre a criação da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), entidade federal de implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos, integrante do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (Singreh) e responsável pela instituição de normas de referência para a regulação dos serviços públicos de saneamento básico. **Diário Oficial da União:** 18.7.2000, Brasília, Brasília, 17 de julho de 2000; 179º da Independência e 112º da República..

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. **Diário Oficial da União:** 28.5.2012, Brasília, Brasília, 25 de maio de 2012; 191º da Independência e 124º da República.

BRASIL – Ministério da Ciência Tecnologia e Inovação. **Quarta comunicação nacional do Brasil à convenção-quadro das nações unidas sobre mudança do clima.** Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. Brasília: 4ª Ed. p. 516, out. 2020.

BRASIL – Ministério da Ciência Tecnologia e Inovação. **Modelagem Climática e Vulnerabilidades Setoriais à Mudança do Clima no Brasil**. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. Brasília: p. 590, jul. 2016.

CARVALHO, M. M. X.; NODARI, E. S.; NODARI, R. O. “Defensivos” ou “agrotóxicos”? História do uso e da percepção dos agrotóxicos no estado de Santa Catarina, Brasil, 1950-2002. *História, Ciências, Saúde, Manguinhos* v.24, n.1, p.75-91 jan.-mar. 2017.

CNA – Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil. **Pib do agronegócio**. 2020. Disponível em: <[ps://www.cnabrazil.org.br/assets/arquivos/boletins/sut.pib_dez_2020.5mar2020vf.pdf](https://www.cnabrazil.org.br/assets/arquivos/boletins/sut.pib_dez_2020.5mar2020vf.pdf)>. Acesso em: 19/11/2021.

CETESB - COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Introdução à Qualidade da Água: Coleta e Preservação de Amostras de Água e Sedimento, Monitoramento e Diagnóstico da Qualidade da Água**. Módulo 1 - São Paulo, Abril de 2017. Disponível em: <https://capacitacao.ead.unesp.br/images/curso_coleta_e_preservacao/coleta/Modulo2_port_2018.pdf>. Acesso em: 27 Fev. 2020.

COLLISCHONN, W.; TASSI, R. **Introduzindo Hidrologia**. IPH UFRGS, p. 149, 2008.

COPERTINO, M.; PIEDADE, M. T. F.; VIEIRA, I. C. G.; BUSTAMANTE, M. Desmatamento, fogo e clima estão intimamente conectados na Amazônia. **Cienc. Cult.** vol.7, n.4, São Paulo, Oct/Dec. 2019.

CRUVINEL, P. E. **Agronegócio e Oportunidades para o Desenvolvimento Sustentável do Brasil**. Embrapa Instrumentação Agropecuária. São Carlos: 2009. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPDIA-2010/12614/1/DOC44-2009.pdf>>. Acesso em: 20/01/2019.

DONAGEMMA, G. K.; FREITAS, P. L.; BALIEIRO, F. C.; FONTANA, A.; SPERA, S. T.; LUMBRERAS, J. F.; VIANA, J. H. M.; ARAÚJO FILHO, J. A.; SANTOS, F. C.; ALBUQUERQUE, M. R.; MACEDO, M. C. M.; TEIXEIRA, P. C.; AMARAL, A. J.;

DUTRA, R. M. S.; SOUZA, M. M. O. Cerrado, Revolução Verde e Evolução do Consumo de Agrotóxicos Uberlândia. **Sociedade & Natureza**, vol. 29, núm. 3, pp. 473-488, 2017.

EL BILALI, H. e ALLAHYARI, M. S. Transition towards sustainability in agriculture and food systems: Role of information and communication technologies. **Information Processing in Agriculture**. V. 5, n. 4, p. 456-464, dec. 2018.

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. **The future of food and agriculture Trends and challenges**, 2017. Disponível em: <<http://www.fao.org/3/a-i6583e.pdf>>. Acesso em: 12 fev. 2020.

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. **The future of food and agriculture Alternative pathways to 2050**, 2018. Disponível em: <<http://www.fao.org/3/CA1553EN/ca1553en.pdf>>. Acesso em: 12 fev. 2020.

FERNANDES, N. e NUNES, B. **Em Miranorte, Rio Providência pede socorro; moradores cobram revitalização**. Gazeta do Cerrado. 2017. Disponível em:

<<https://gazetadocerrado.com.br/em-miranorte-rio-providencia-pede-socorro-moradores-cobram-revitalizacao/>>. Acesso em: 12 fev. 2021.

FRANCISCO, P. R. M.; SANTOS, D.; BARBOSA, R. B. G.; LEITE, N. M. G.; RIBEIRO, G. N. Zoneamento agrícola de risco climático da região do médio curso do Rio Paraíba. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v.7, n.3, p. 25275-25294, mar. 2021.

FREITAS, R. E. e MENDONÇA, M. A. A. Expansão Agrícola no Brasil e a Participação da Soja: 20 anos. Rev. **Economia e Sociologia Rural**, Piracicaba, v. 54, n. 03, p. 497-516, jul-sep. 2016.

GAMBALE, P. G.; WOITOVICZ-CARDOSO, M.; VIEIRA, R. R.; BATISTA, V. G.; RAMOS, J.; BASTOS, R. P. Composição e riqueza de anfíbios anuros em remanescentes de Cerrado do Brasil Central. **Heringia, Série Zoologia**, Porto Alegre, v. 104, n. 1, p. 50-58, mar. 2014.

GLOBAL AGRICULTURAL PRODUCTIVITY REPORT. A World of Productive Sustainable Agriculture. (GAP Report®) **Global Harvest Initiative**, Washington, D.C., October 2017. Disponível em: <https://www.globalharvestinitiative.org/wp-content/uploads/2017/10/GHI_2017-GAP-Report_FINAL.pdf>. Acesso em: 12 fev. 2020.

GLOBAL WATER REPORT. **Treading Water: Corporate Responses to Rising Water Challenges**. 2018. Disponível em: <https://6fefcbb86e61af1b2fc4-c70d8ead6ced550b4d987d7c03fcdd1d.ssl.cf3.rackcdn.com/cms/reports/documents/000/004/232/original/CDP_Global_Water_Report_2018.pdf?1554392583>. Acesso em: 14 fev. 2020.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Projeção da população do Brasil e das Unidades da Federação. 2019**. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/apps/populacao/projecao/index.html>>. Acesso: 04 abr. 2019.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Indicadores Agropecuários 1996-2003**. Rio de Janeiro. 2004.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Agropecuário 2017**. Rio de Janeiro, 2017. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/to/pesquisa/24/76693>>. Acesso em: 08 out. 2021.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Indicadores IBGE. **Censo agropecuária 2017**. Rio de Janeiro, 2018.

MARIANI, C. M. E HENKES, J. A. Agricultura orgânica x agricultura convencional soluções para minimizar o uso de insumos industrializados: Estudo de caso. **R. gest. sust. ambient.**, Florianópolis, v. 3, n. 2, p. 315 – 338, 2015.

INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. TOPODADTA, Banco de dados geomorfométricos do Brasil. Disponível em: <<http://www.webmapit.com.br/inpe/topodata/>>. Acesso em: 08 out. 2021.

MARQUES, N. **Desenvolvimento regional e territorial do Tocantins**. Universidade Federal do Tocantins, EDUFT, Palmas. p. 214. 2019.

MARTINE, G. e ALVES, J. E. D. Economia, sociedade e meio ambiente no século 21: tripé ou trilema da sustentabilidade? *Revista Brasileira de Estudos de População*, n. 32, v. 3, Rio de Janeiro, 2015.

MATOS, A. P. VASCONCELOS, J. A. R.; SIMÃO, A. H. **Práticas de Cultivo para a Cultura do Abacaxi no Estado do Tocantins**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, P. 36, 2014.

MEIRELES, E. J. L.; VOLPATO, M. M. L.; ALVES, H. M. R.; VIEIRA, T. G. C. Zoneamento agroclimático: um estudo de caso para o café. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.28, n.241, p.50-57, nov/dez. 2007.

NEIDERUD, C.-J. How urbanization affects the epidemiology of emerging infectious diseases. **Infection Ecology & Epidemiology**, v. 5, jun. 2015. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4481042/>>. Acesso em: 28 Fev. 2020.

PAULA, M. M. de; MARTINS, A. P.; SCOPEL, I. **Geotecnologias Aplicadas à Análise Fisiográfica da Bacia Hidrográfica do Rio Preto – Goiás/Brasil**. p. 1243 - 1256. : SIONE, W. F.; VIVA MAYER, F. M.; ANTES, M. E. Y SERAFINI, M.C. XVII Simposio Internacional SELPER 2016 Geotecnologías, herramientas para la construcción de una nueva visión del cambio global y su transformación para un futuro sostenible. 2016.

PAZ, Vital Pedro da Silva; TEODORO, Reges Eduardo Franco; MENDONÇA, Fernando Campos. **Recursos hídricos, agricultura irrigada e meio ambiente**. 2000.

PESSANHA, B. e MENEZES, F. A. F. **A questão dos agrotóxicos**. Agroanalysis, São Paulo, v. 9, n. 9, p. 2-22, set. 1985. Disponível em: <<http://bibliotecadigital.fgv.br/ojs/index.php/agroanalysis/article/view/56037>>. Acesso em: 26 Fev. 2020.

PEREIRA, M. A. B.; SIEBENEICHLER, S. C.; LORENÇONI, R.; ADORIAN, G. C.; SILVA, J. C.; GARCIA, R. B. M.; PEQUENO, D. N. L.; SOUZA, C. M.; BRITO, R. F. F. Qualidade do fruto de abacaxi comercializado pela Cooperfruto: Miranorte-TO. **Economia Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 31, n. 4, dez. 2009.

RADIN, B.; SCHÖNHOFEN, A.; TAZZO, I. F. Impacto da quantidade e frequência de chuva no rendimento da soja. **Agrometeoros**, Passo Fundo, v.25, n.1, p.19-26, ago 2017.

ROSER, M. Future Population Growth. **Our World in Data**, Nov. 2019. Disponível em: <<https://ourworldindata.org/future-population-growth#licence>>. Acesso em: 15 fev. 2021.

SANTOS, A. C.; SALCEDO, S. H.. GALVÃO, S. R. S. Relações entre uso do solo, relevo e fertilidade do solo em escala de microbacia. **Revista brasileira de engenharia agrícola e ambiental** v. 12 n. 5, Out. 2008.

SANTOS, L. P. dos; BORGESAVELAR, J. M.; SHIKIDA, P. F. A.; E CARVALHO, M. A. de. Agronegócio brasileiro no comércio internacional. **Revista de Ciências Agrárias**, Lisboa: v.39, n.1, p. 54-69, mar. 2016.

SANTOS, R. S. A construção da rodovia BR-153 na fronteira e urbanização da cidade de Araguaína, Tocantins. **Novos Cadernos NAEA**. v. 20, n. 3, p. 97-114, set-dez. 2017.

SANTOS, S. e ELOI, W.M. **Princípios de Hidrologia Ambiental**. Ministério do Meio Ambiente. Agência Nacional das Águas e Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Fortaleza, 2015.

SEEG - Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa. **Emissões por Município**. 2021. Disponível em: <<https://plataforma.seeg.eco.br/city/statistics?cities=true>>. Acesso em: 28 de ago. 2021.

SILVA, C. A. e FUJIMOTO, R. Y. Crescimento de tabaqui em resposta a densidade de estocagem em tanques-rede. **Acta Amazonica**, v. 45, n. 3, p. 323 – 332, 2015.

STRAHLER, A. N. Quantitative analysis of watershed geomorphology. **Transactions of the American Geophysical Union**, v. 38, n. 6, p. 913-920. 1957.

TEODORO, V. L.; TEIXEIRA, D.; COSTA, D. J.; FULLER, B. B. O. Conceito de Bacia Hidrográfica e a Importância da Caracterização Morfométrica para o Entendimento da Dinâmica Ambiental Local. **UNIARA**, v. 20, p. 137-155, 2007.

TOCANTINS (Estado). Lei Nº 1304 de 22 de março de 2002. Lex: Dispõe sobre a política Estadual de Recursos Hídricos. Palmas, mar. 2002.

TOCANTINS (Estado). Decreto Nº 2432, de 6 de junho de 2005. Lex: Regulamenta a outorga do direito de uso de recursos hídricos de que dispõem os artigos 8o, 9o e 10 da Lei 1.307, de 22 de março de 2002, Palmas, jun. 2005.

TOCANTINS. Secretaria do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável – SEMADES. **Plano Estadual de Recursos Hídricos do Tocantins: Relatório Final**. Palmas, p. 208, 2011.

TOCANTINS - Secretaria do Planejamento e Orçamento. Visão Estratégica do Agronegócio no Tocantins: Perfil do Agronegócio Tocantinense, versão final (P6). Palmas, p. 145, mar. 2016.

TOCANTINS - Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos. **Base Vetorial Digital Temática do CAR**. Disponível em: <<https://www.to.gov.br/semarh/car/25wyp2vw2tsd>>. Acesso em: 08 out. 2021.

TUCCI, C. E. M. e SILVEIRA, A. L. L. **Hidrologia: ciência e aplicação**. UFRGS/ABRH. Porto Alegre, RS, n.4, p. 943, 2015.

UNESCO - United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. **The United Nations world water development report, 2016: Water and jobs: facts and figures, 2016**. Disponível em: <<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000244041/PDF/244041eng.pdf.multi.page=1&zom=auto,-16,842>>. Acesso em: 14 fev. 2020.

UNITED NATIONS - Department of Economic and Social Affairs, Population Division. **World Population Prospects: The 2017 Revision**, v.I, New York, 2017. Disponível em: <https://population.un.org/wpp/Publications/Files/WPP2017_Volume-I_Comprehensive-Tables.pdf>. Acesso em: 12 fev. 2020.

USDA – United States Department of Agriculture. **Livestock and Poultry: World Markets and Trade**. out. 2018. Disponível em:
<https://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/livestock_poultry.pdf>. Acesso em: 5/11/2018.

USDA – United States Department of Agriculture. **Livestock and Poultry: World Markets and Trade**. jul. 2021. Disponível em:
<https://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/livestock_poultry.pdf>. Acesso em: 14/10/2021.

VICTORIA, D. C.; BOLFE, É. L.; SANO, E. E.; ASSAD, E. D.; ANDRADE, R. G.; GUIMARÃES, D. P.; LANDAU, E. C. **Potencialidades para expansão e diversificação agrícola sustentável do Cerrado**. . In: BOLFE, E. L.; SANO, E. E.; CAMPOS, S. K. (Ed.). *Dinâmica agrícola no cerrado: análises e projeções*. Brasília, DF: Embrapa, v. 1, cap. 7, p. 213-228, 2020.

VILLELA, S.M.; MATTOS, A. **Hidrologia aplicada**. McGraw-Hill do Brasil, São Paulo, 1975. 239 p.

WWAP - United Nations World Water Assessment Programme. UN-Water. **The United Nations World Water Development Report 2018: Nature-Based Solutions for Water**. UNESCO. Paris, 2018. Disponível em:
<<https://reliefweb.int/sites/reliefweb.int/files/resources/261424e.pdf>>. Acesso em: 14 fev. 2020.

ZEN, S. de; BARIONI, L. G.; BACCHI, D.; BONATO, B.; ALMEIDA, M. H. S. P. de; RITTL, T. F. **Pecuária de corte brasileira: Impactos ambientais e emissões de gases efeito estufa (GEE)**. Piracicaba: CEPEA, 2008. Disponível em:
<<https://www.cepea.esalq.usp.br/br/documentos/texto/pecuaria-de-corte-brasileira-impactos-ambientais-e-emissoes-de-gases-efeito-estufa-gee.aspx>>. Acesso em: 21/01/2019.