

# A informação geográfica na análise das alterações de uso da terra e cobertura vegetal na microrregião Rio Vermelho (GO)

Geographic information in the analysis of changes in land use and vegetation cover in the Rio Vermelho microregion (GO)

La información geográfica en el análisis de las alteraciones de uso de la tierra y cobertura vegetal en la microregión de Rio Vermelho (GO)

**Cleonice Batista Regis Soares**  

Universidade Federal de Goiás - UFJ, Jataí, Goiás, Brasil

[cleoniceregis@gmail.com](mailto:cleoniceregis@gmail.com)

**Alécio Perini Martins**  

Universidade Federal de Goiás - UFJ, Jataí, Goiás, Brasil

[alecioperini@ufj.edu.br](mailto:alecioperini@ufj.edu.br)

---

## Resumo

O espaço geográfico apresenta transformações provenientes da relação sociedade/natureza, tornando-se foco de discussões no meio científico diante do intenso processo de degradação dos recursos naturais. Neste contexto, a avaliação da dinâmica das mudanças na paisagem é de fundamental importância para auxiliar o planejamento e gestão territorial. Assim, objetivou-se analisar as alterações do uso da terra e cobertura vegetal na microrregião Rio Vermelho – GO, nos períodos de 2000-2010 e 2010-2018. Para tanto, utilizou-se sensoriamento remoto orbital, sistema de posicionamento global, sistemas de informações geográficas e a metodologia de tabulação cruzada de Pontius Jr. et. al. (2004). Como resultados, destaca-se desmatamento de áreas de remanescentes de vegetação do Cerrado para formação de pastagens totalizando 675,71 km<sup>2</sup> e processo de conversão de áreas de pastagens em áreas de agricultura de sequeiro (16,93 km<sup>2</sup>), e agricultura irrigada por pivô central (44,76 km<sup>2</sup>), voltadas para o segmento de *commodities* no período entre 2000-2010. Para o período entre 2010-2018, constata-se a continuidade do processo desmatamento da cobertura vegetal remanescente com 276,31 km<sup>2</sup> e intensificação das perdas de áreas de pastagens em 321,32 km<sup>2</sup>, transformadas em áreas agrícolas de sequeiro e pivô central, além da introdução da silvicultura (6,76 km<sup>2</sup>) na região como mais uma alternativa comercial.

**Palavras-chave:** Agricultura. Pivô central. Tabulação cruzada. Vegetação remanescente.

---



### Abstract

The geographical space presents transformations coming from the society/nature relationship, becoming the focus of discussions in the scientific community in the face of the intense process of the natural resources degradation. In this context, the evaluation of the dynamics of changes in the landscape is fundamentally important to assist territorial planning and management. Thus, the objective was to analyze changes in land use and vegetation cover in the Rio Vermelho microregion – GO, in the periods from 2000-2010 and 2010-2018. For this purpose, it was used orbital remote sensing, global positioning system, geographic information systems and the cross-tabulation methodology proposed by Pontius Jr. et. al. (2004). As results, it is highlighted the deforestation of areas of the Cerrado remnants of vegetation for the formation of pastures totaling 675.71 km<sup>2</sup> and the process of conversion of pasture areas into areas of rainfed agriculture (16.93 km<sup>2</sup>), and irrigated agriculture by central pivot (44.76 km<sup>2</sup>), directed to the commodities segment in the period between 2000-2010. For the period between 2010-2018, it is observed the continuity of the deforestation process of the remaining vegetation cover with 276.31 km<sup>2</sup> and intensification of the losses in pasture areas in 321.32 km<sup>2</sup>, transformed into rainfed and central pivot agricultural areas, besides the introduction of forestry (6.76 km<sup>2</sup>) in the region as an additional commercial alternative.

**Keywords:** Agriculture. Central pivot. Cross tabulation. Remaining vegetation.

---

### Resumen

El espacio geográfico presenta transformaciones derivadas de la relación sociedad/naturaleza, convirtiéndose en foco de discusiones en la comunidad científica frente al intenso proceso de degradación de los recursos naturales. En este contexto, la evaluación de la dinámica de cambios en el paisaje es de fundamental importancia para auxiliar la planificación y gestión territorial. Así, el objetivo fue analizar los cambios en el uso del suelo y la cobertura vegetal en la microrregión Rio Vermelho - Goiás, en los períodos 2000-2010 y 2010-2018. Para ello, se utilizó la teledetección orbital, el sistema de posicionamiento global, sistemas de información geográfica y la metodología de tabulación cruzada propuesta por Pontius Jr. et. al. (2004). Entre los resultados, se destaca la deforestación de áreas remanentes de vegetación del Cerrado para formar pastizales totalizando 675.71 km<sup>2</sup> y el proceso de conversión de áreas de pastizales en áreas de agricultura de secano (16.93 km<sup>2</sup>), y agricultura de riego por pivote central (44.76 km<sup>2</sup>), dirigidas al segmento de *commodities* en el período 2000-2010. Para el período 2010-2018, se constató la continuidad del proceso de deforestación de la cubierta vegetal remanente con 276.31 km<sup>2</sup> y la intensificación de las pérdidas de áreas de pastos en 321.32 km<sup>2</sup>, transformadas en áreas agrícolas de secano y pivote central, además de la introducción de la silvicultura (6.76 km<sup>2</sup>) en la región como otra alternativa comercial.

**Palabras-clave:** Agricultura. Pivote central. Tabulación cruzada. Vegetación remanente.

---

## Introdução

O processo de ocupação no Noroeste Goiano, no qual se insere a Microrregião Geográfica Rio Vermelho remonta ao período da exploração mineratória que teve início no período de 1725 a 1731, a partir da formação dos primeiros arraiais do ouro, como o arraial de Sant'Anna fundado por Bartolomeu Bueno da Silva, passando posteriormente a ser chamada de Vila Boa atualmente denominada Cidade de Goiás (BARREIRA, 1997).

A atividade de mineração chega no seu auge em 1750, e a partir daí tem início um longo período de declínio da atividade, que se deu com gradual queda do rendimento. Com a redução das atividades mineratórias, Goiás teve na agropecuária uma atividade de sustentação, propiciando o desenvolvimento do mercado interno (CHAUL, 1997).

De acordo com Chaul (1997), depois que a “atividade aurífera deixou de ser o principal produto da economia goiana, um processo de êxodo aurífero fez com que um forte contingente populacional passasse a se dedicar à agricultura e pecuária”.

Barreira (1997), destaca três momentos do processo de ocupação da região. O primeiro momento na década de 1950, quando ocorre ocupação dos espaços vazios e de terras devolutas, dando início à incorporação no processo produtivo. Na década de 1960, segundo momento em que a região recebe grande fluxo de fazendeiros provenientes do sul de Goiás, Minas Gerais e de São Paulo com o objetivo de reinvestir capitais, produto de acumulação feita em suas regiões de origem.

No período das décadas de 1970 e 1980, terceiro momento de ocupação, a rodovia GO-164 teve relação direta com a integração da região com os mercados e acesso à região sul do estado. Outro aspecto relevante é que as propriedades rurais regionais caracteristicamente grandes passaram a dobrar suas áreas de pastagens e no final da década de 1970 já se encontram quase que totalmente formadas. Equivalendo afirmar que o processo de formação destas pastagens desencadeou outro processo inevitável denominado “desmatamento sistemático” (BARREIRA, 1997).

A região tem a pecuária como sua principal atividade econômica, porém constata-se que a partir da década de 1990, as propriedades tradicionais de criação de bovinos iniciam um processo de diversificação de suas atividades econômicas, integrando em seu portfólio, a agricultura irrigada através de pivô central, imprimindo mudanças de usos da terra que podem representar novas tendências no modelo de desenvolvimento regional interagindo no sistema através de atividades de confinamentos, *commodities* agrícolas, feijão, e outros (SOARES, SILVA e MARTINS, 2019).

Estudos mostram, que a Bacia Hidrográfica do Rio Vermelho passou por intenso processo de supressão da cobertura vegetal natural convertida em áreas de pastagens

plantadas, concentrando estas mudanças na cobertura e uso da terra principalmente entre o intervalo de 1987 a 2002 (SANTOS e FERREIRA, 2017).

Segundo Vieira, Ferreira e Ferreira (2014), tem-se a predominância da atividade de pecuária, sob três distintos padrões de implantação das pastagens, que estão caracterizadas num primeiro momento de um mosaico associando pastagem e remanescentes de vegetação para as áreas de relevo mais acidentado, uma pastagem com padrão de uso de tecnologias em grandes propriedades, e uma zona de transição.

De acordo com o projeto de monitoramento *Global Forest Change (2023)*, uma parceria entre o laboratório *Global Land Analysis and Discovery (GLAD)* da Universidade de *Maryland*, em parceria com o *Global Forest Watch (GFW)*, que fornece dados do monitoramento referente a perda de vegetação derivados imagens de séries multitemporais do programa Landsat, a Microrregião Rio Vermelho apresenta desmatamento entre o período de 2000 a 2010 de 476,5629 km<sup>2</sup> (2,3575 %), e entre 2010 a 2019 de 437,5796 km<sup>2</sup> (2,1646 %) em relação a área territorial total de 20.214,80 km<sup>2</sup>.

Franco et al., (2016), destaca que os números do desmatamento da vegetação do Cerrado em Goiás são consequências por ter se tornado área foco de expansão da fronteira agrícola por diferenciadas motivações, dentre os quais, estar em posição geográfica estratégica, está mais próximo das regiões litorâneas e dos grandes centros urbanos, tem topografia favorável à mecanização, tem infraestrutura viária e se beneficia de pesquisas agropecuárias voltadas para a região (WEHRMANN, 1999; FRANCO, GANEM, DRUMMOND, 2010).

Assim sendo, observa-se que as mudanças nas paisagens, e as ocupações desordenadas geram consequências como interferência no ciclo hidrológico, favorece a ocorrência de enchentes no período chuvoso, contribuem para o surgimento de processos erosivos, assoreamentos dos rios, redução da infiltração, aumento das taxas de evaporação, perda da qualidade e quantidade de água, perda de fertilidade dos solos e a perda da biodiversidade.

Este cenário reforça a relevância das informações geográficas orientadas para a construção de diagnósticos, definição de cenários possibilitando a identificação das

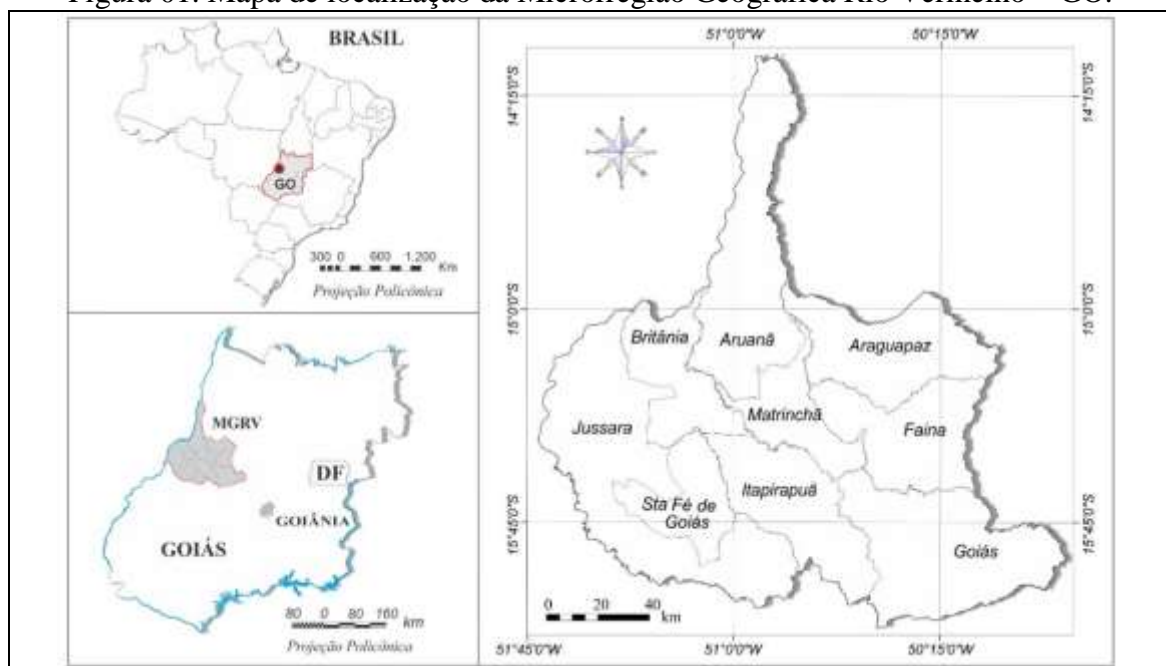
mudanças do uso e cobertura da terra que resultam em reorganização das paisagens ao longo do tempo como subsídio ao planejamento ambiental.

No contexto da dinâmica observada, o objetivo da pesquisa foi analisar as alterações do uso da terra e cobertura vegetal na microrregião Rio Vermelho – GO nos períodos de 2000-2010 e 2010-2018, a partir da estruturação de uma matriz de tabulação cruzada baseada na proposta metodológica de Pontius Jr. et. al., (2004), e uso de geotecnologias para geração de dados, tais como: sensoriamento remoto orbital, sistema de posicionamento global e sistemas de informações geográficas.

### Área de estudo

A Microrregião Geográfica Rio Vermelho constitui-se numa divisão oficial do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, formada por 9 municípios localizados no centro-oeste goiano entre as coordenadas geográficas de 14°00'00"/16°15'00" de latitude Sul e 49°45'00"/51°45'00" de longitude Oeste, sendo eles: Araguapaz, Aruanã, Britânia, Faina, Goiás, Itapirapuã, Jussara, Matrinchã e Santa Fé de Goiás. Apresentam área territorial total de 20.214,8 km<sup>2</sup> (IBGE, 2016), e população total estimada de 86.408 habitantes para 2018 (IBGE, 2019) (Figura 01).

Figura 01. Mapa de localização da Microrregião Geográfica Rio Vermelho – GO.



Fonte: Base Cartográfica Digital (IBGE,2016); Elaboração: Autores (2019).

## Material e Procedimentos Metodológicos

### Processamento Digital de Imagens

O mapeamento do uso da terra e cobertura vegetal multitemporal da Microrregião Geográfica Rio Vermelho - GO foi confeccionado utilizando de imagens dos satélites que compõem a série do Programa Landsat (Quadro 01). Os dados gerados para 2018 constituem uma informação de síntese atualizada, possibilitando ser incorporada como subsídio a ações estratégicas de tomadas de decisões, assim como estabelecer correlações com os cenários existentes nas duas datas anteriores.

Quadro 01. Características Técnicas: Landsat 5-TM, Landsat 7-ETM+ e Landsat 8 OLI

Satélites	Bandas	( $\mu\text{m}$ )	Resolução Espacial
Landsat 7 ETM+ (Data - 2000) e Landsat 5 TM (Data - 2010)	B3 (vermelho)	0,63 – 0,69	30 m
	B4 (infravermelho próximo)	0,76 – 0,90	
	B5 (infravermelho médio)	1,55 – 1,75	
Landsat 8 OLI (Data – 2018)	B3 (verde)	0,53 a 0,59	30 m
	B4 (vermelho)	0,64 a 0,67	
	B5 (infravermelho próximo)	085 a 0,88	
	B8 (pancromática)	0,50 a 0,68	15 m

Fonte: Adaptado – INPE (2018).

As datas de aquisição das cenas utilizadas no processamento nesta análise tiveram uma variação entre os meses de junho e julho, sendo utilizada outras datas como apoio devido as diferenças do comportamento espectral dos alvos na imagem nos períodos chuvoso e estiagem, os diferentes estágios de desenvolvimento das culturas, e os níveis de cobertura de nuvens nas tomadas das cenas (Quadro 02).

Quadro 02. Datas das Imagens utilizadas na área de pesquisa

Imagens - Ano - 2000	Imagens - Ano - 2010	Imagens - Ano -2018
222/071 – 06JUN2000	222/071 – 12JUN2010	222/071 – 02JUL2018
223/070 – 13JUN2000	223/070 – 03JUL2010	223/070 – 09JUL2018
223/071 – 15JUL2000	223/071 – 03JUL2010	223/071 – 09JUL2018

Fonte: Serviço Geológico dos Estados Unidos – USGS (2018).

A extração de dados/informações das imagens de satélite foi realizada por meio do processamento digital das imagens no *software*\_Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas – SPRING® v.5.5.5 (INPE), sendo empregada a

aplicação do método de classificação supervisionado semiautomático através do processo de segmentação de imagem e pós-classificação pelo método de interpretação visual das imagens. A etapa de correção topológica, análise espacial e modelagem das geoinformações multitemporais produzidas procedeu-se com a utilização do *software* ArcGIS® 10.6.1 (ESRI), licenciado para o Laboratório de Geoinformação da UFJ.

A escolha deste método de classificação supervisionado semiautomático no processamento das imagens em detrimento do uso da classificação automática de imagens apesar da existência do seu grande desenvolvimento na atualidade, está fundamentada em maior confiabilidade do nível de interpretação preconizado para a execução desta pesquisa, uma vez que se constitui em fase de extrema importância na produção de cartografia temática de qualidade.

### **Validação dos Dados**

Foram realizadas duas etapas de trabalhos de campo (21/05/2018 a 24/05/2018) com aquisição de 46 pontos e (18/03/2019 a 22/03/2019), com 75 pontos de eficácia temática do mapa de uso da terra e cobertura vegetal em 2018,23 pontos para validação da acurácia posicional. Para tanto, utilizou-se GPS de Navegação, modelo Garmin GPS 76, e o registro fotográfico seguindo um roteiro previamente estabelecido.

O processo de validação do material cartográfico temático digital produzido teve como referência o Padrão de Exatidão Cartográfica do Atributo Geométrico (PEC), do Departamento de Ciência e Tecnologia da Diretoria de serviço Geográfico – Exército Brasileiro (DSG, 2011), e regulamentado pelo Decreto n. 89.817 de 20 de junho de 1984 que determina as Instruções Reguladoras das Normas Técnicas da Cartografia Brasileira.

O Padrão de Exatidão Cartográfica (PEC), consiste em um indicador estatístico de dispersão, relativo a 90% de probabilidade, que defini a exatidão de trabalhos cartográficos. A probabilidade de 90% corresponde a 1,6449 vezes o Erro Padrão – PEC. O Erro-Padrão isolado num trabalho cartográfico, não ultrapassará 60,8% do Padrão de Exatidão Cartográfica (SANTOS et al., 2010).

Para a validação das informações do mapeamento temático – 2018 foi elaborada uma matriz de erro enquanto técnica estatística descritiva, também o cálculo do índice

kappa como técnica analítica, de acordo com Congalton (1991). Para tanto, utilizou-se o método estatístico do Coeficiente Kappa de Cohen (COEHN, 1960). Como resultado obteve-se um nível de confiança dos dados da ordem de 94 %.

Onde:

$$K = \frac{N \sum X_{ii} - \sum X_{i+} X_{+i}}{N^2 - \sum X_{i+} X_{+i}}$$

$X_{ii}$  = concordância observada.

$X_{i+}$  e  $X_{+i}$  = (produto das marginais), sendo a concordância esperada.

(1)  $N$  = total de elementos observados.

Tabela 01. Validação do uso da terra e cobertura vegetal em 2018 na Microrregião Geográfica Rio Vermelho

Classes Temáticas	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	$\Sigma$ linha
Agricultura Sequeiro	22	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	25
Massa de Água Natural	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Massa de Água Artificial	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	3
Granja	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
Mineração	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
Parque (SD)	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
Pastagem	2	0	0	0	0	0	43	0	0	0	0	45
Pivô Central	0	0	0	0	0	0	0	27	0	0	0	27
Silvicultura	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2
Urbano	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	3
Vegetação Remanescente	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	12
$\Sigma$ coluna	24	1	3	1	1	1	43	27	2	3	12	121
$\Sigma$ Diagonal	116											
$\Sigma$ (Linha*Coluna)	3.569											
Total do número de amostras	121											
Índice Kappa	0,94											

Fonte: Os autores, 2019.

O resultado obtido no processo de aquisição de informação de uso da terra e cobertura vegetal da área de estudo obteve nível de acurácia de classificação como excelente (0,94) de acordo com os valores de referência de Lands e Koch, (1977). Estas informações possibilitaram a produção de cartografia temática qualitativa e quantitativa, demonstrando a apropriação dos recursos naturais e procurando entender a complexidade e a diversidade que caracteriza o meio rural e suas subunidades territoriais, procurando estabelecer cenários prospectivos no suporte à tomada de decisão.



## Matriz de Tabulação Cruzada

Com o intuito de detectar as mudanças na paisagem da Microrregião Geográfica Rio Vermelho - GO, foi elaborada a matriz de tabulação cruzada com base no mapeamento do uso da terra e cobertura vegetal multitemporal (2000, 2010 e 2018), tendo como suporte metodológico a proposta por Pontius Jr. et al., (2004).

Desta forma, objetivou-se realizar a avaliação das mudanças totais através de classes temáticas de acordo com dois pares de componentes, resultando na obtenção de valores de variação líquida e troca, bem como ganhos brutos e perdas brutas, reportando as transformações ocorridas no espaço geográfico provenientes das relações entre sociedade-natureza. Funcionando como ferramenta de auxílio na identificação de sinais de processos sistemáticos mediante padrões de mudança do uso da terra e cobertura vegetal.

Nesta proposta, analisa-se o quantitativo de áreas persistentes nos dois intervalos distintos e as alterações, organizados de forma que os valores relacionados às classes no momento 1 são representados nas linhas, as classes no momento 2 representados nas colunas, e as áreas de persistências, em diagonal na matriz de forma descendente, sendo possível contabilizar as áreas de ganho e perda para as diferentes classes, através da soma da sua classe em cada linha e coluna com a subtração de sua permanência respectiva (PONTIUS Jr. et al., 2004).

Na figura 04,  $C_{ij}$  consiste na mudança do uso da terra e cobertura vegetal, “adimensional da Classe  $i$  para a Classe  $j$ ”, sendo as classes  $i$  nas linhas, correspondendo ao intervalo 1, as classes  $j$  nas colunas correspondendo ao intervalo 2; o  $C_{jj}$  correspondendo a persistência da classe;

$\sum_{j=1}^n C_{1j}$  (equação 1a): na coluna Total momento 1 é o total da classe 1 no

intervalo 1;  $\sum_{i=1}^n C_{i1}$  (equação 1b): na linha Total intervalo 2 constituindo o total da classe 1 no intervalo 2; Área de Ganho bruto representando o total de classe na categoria  $j$ ,  $C_{+1}$ , pela diferença da persistência da classe  $C_{jj}$ ; Área de Perda bruta representando o total das perdas relativas para cada classe de uso da terra e cobertura vegetal  $i$  entre os intervalos 1 e 2, é calculado para cada classe por meio da diferença

entre o total da linha e a persistência para a classe correspondente (PONTIUS Jr. et al., 2004; FERNANDES, et. al., 2014; ALVES et. al., 2018).

Para o cálculo da porcentagem de classe (%C), a troca (Sj) e a alteração total, foram realizadas com base na utilização das equações 2, 3 e 4 (PONTIUS Jr. et al., 2004).

Quadro 03. Matriz de tabulação cruzada para a comparação de dois mapas em dois momentos distintos

Momento 1	Momento 2				Total Momento 1	Perda
	Classe 1 (i)	Classe 2 (i+1)	Classe 3 (i+2)	Classe 4 (i+3)		
Classe 1 (i)	<b>C11</b>	C12	C13	C14	$\sum_{j=1}^n C_{1j}$	$\sum_{j=1}^n C_{1j} - C_{11}$
Classe 2 (i+1)	C21	<b>C22</b>	C23	C24	$\sum_{j=1}^n C_{2j}$	$\sum_{j=1}^n C_{2j} - C_{22}$
Classe 3 (i+2)	C31	C32	<b>C33</b>	C34	$\sum_{j=1}^n C_{3j}$	$\sum_{j=1}^n C_{3j} - C_{33}$
Classe 4 (i+3)	C41	C42	C43	<b>C44</b>	$\sum_{j=1}^n C_{4j}$	$\sum_{j=1}^n C_{4j} - C_{44}$
Total Momento 2	$\sum_{j=1}^n C_{1j}$	$\sum_{j=1}^n C_{2j}$	$\sum_{j=1}^n C_{3j}$	$\sum_{j=1}^n C_{4j}$	$\sum_{j=1}^n C_{ij} = \sum_{j=1}^n A_T$	
Ganho	$\sum_{j=1}^n C_{1j} - C_{11}$	$\sum_{j=1}^n C_{2j} - C_{22}$	$\sum_{j=1}^n C_{3j} - C_{33}$	$\sum_{j=1}^n C_{4j} - C_{44}$		

Fonte: Adaptação de Pontius Jr. et al. (2004).

Para Pontius Jr et al., (2004), a maneira mais pragmática de analisar as mudanças do uso da terra e cobertura vegetal é obter mapeamento no momento 1 e momento 2, em seguida examinar as mudanças utilizando uma matriz de transição, identificar as transições mais importantes e os processos que geram as transições, equação 2.

$$(2) \quad \%C_{i,t} = \frac{\sum_{j=1}^n C_{ij}}{A_T}$$

Onde: %C<sub>i,t</sub> : porcentagem de classe i no momento t;  $\sum_{j=1}^n C_{ij}$  : somatório da classe específica; AT: área total das classes em análise.

O Total em linha representa a quantidade de cada classe no momento 2 e o Total em coluna representa a quantidade de cada classe no momento 1. O ganho é a diferenças entre o

total e a persistência da coluna e a perda é a diferença entre total de linhas e persistência. Sendo denominada de mudança líquida, a diferença entre os dois dados.

Já o parâmetro troca representada por ( $S_j$ ) é o total que correspondente a uma classe de uso da terra e cobertura vegetal (equação 3) que teve perda em uma determinada localização, mas obteve um ganho de área que equivale a mesma classe em uma localidade distinta (PONTIUS Jr. *et al.* 2004).

$$(3) \quad S_j = 2 \times \min \left( \frac{\sum_{i=1}^n C_{ij} - C_{jj}}{A_T} \times 100, \frac{\sum_{i=1}^n C_{ij} - C_{jj}}{A_T} \times 100 \right) \quad , \text{ quando } i = j$$

Onde:

$\frac{\sum_{i=1}^n C_{ij} - C_{jj}}{A_T} \times 100$ : perdas, expressas em percentagem da área total;

$\frac{\sum_{i=1}^n C_{ij} - C_{jj}}{A_T} \times 100$ : ganhos, expressas em percentagem da área total;

$A_T$  = área total das classes em análise.

Para Pontius Jr. *et al.*, (2004), a transferência de uma classe para uma outra classe (troca) ou uso da paisagem por diferentes classes (variação líquida) apresentam ligação entre as variáveis, seja por classes similares ou diferentes, equação 4.

$$(4) \quad \text{Total de Mudança} \quad S_j = 2 \times \min \left( \frac{\sum_{i=1}^n C_{ij} - C_{jj}}{A_T} \times 100 + \frac{\sum_{i=1}^n C_{ij} - C_{jj}}{A_T} \times 100 \right) \quad , \text{ quando } i = j$$

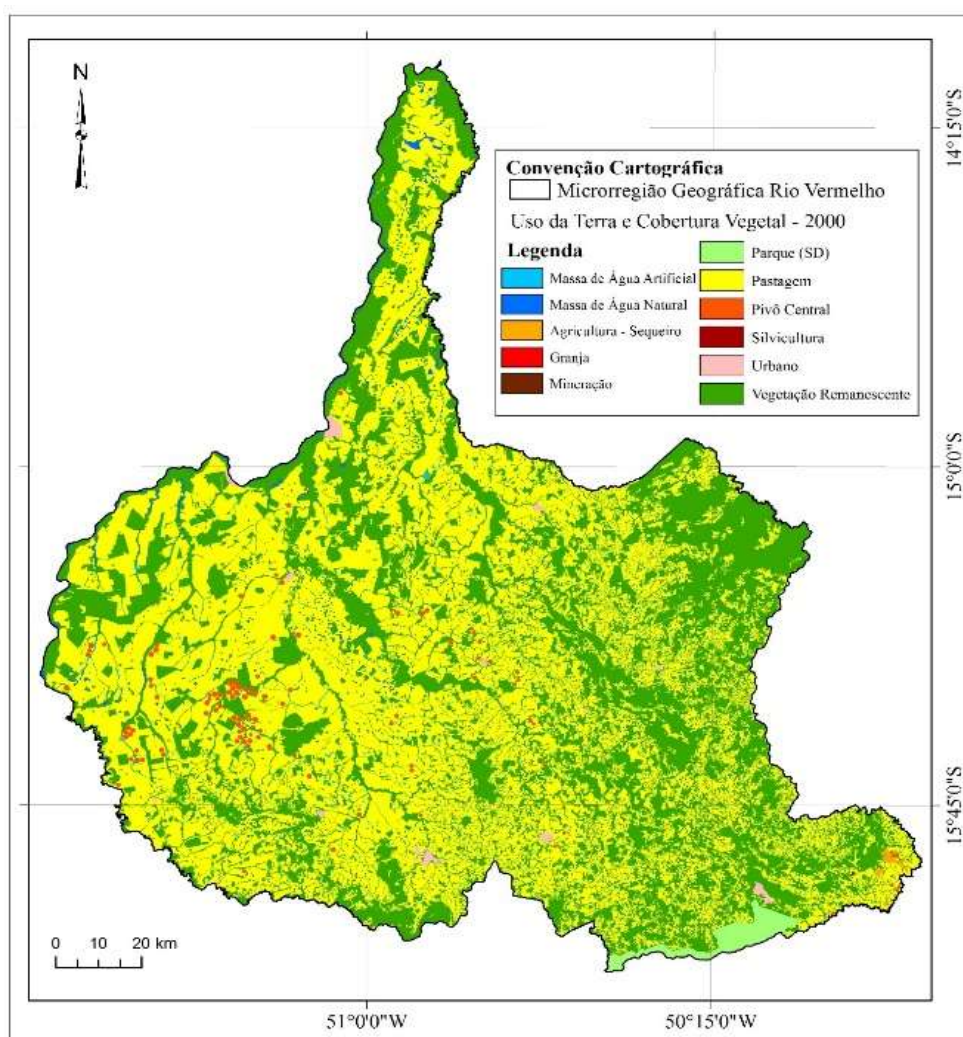
Na proposta de Pontius Jr. *et al.*, (2004), a mudança de uma mesma classe para outra categoria designada como troca ou modificação do uso da paisagem por classes diferenciadas (variação líquida) “apresentam ligação entre as variáveis, seja por categorias similares ou diferentes”. Equivalendo dizer que, a variação total na paisagem consiste na “metade da soma das alterações no indivíduo categorias” (FERNANDES *et al.*, 2014).

## Resultados e Discussão

### Análise das Alterações de Uso da Terra e Cobertura Vegetal na Microrregião Geográfica Rio Vermelho - Goiás

Considerando a linha do tempo, o inventário do uso da terra e cobertura vegetal foi dividido em três momentos: 2000, 2010 e 2018 para as análises de dados cartográficos temáticos gerados, além da elaboração das informações de síntese provenientes dos mapeamentos realizados a partir de análise espacial e modelagem geográfica, bases de dados de informações estruturantes, de suporte e construção de informações inventariadas para tal finalidade (Figuras 02, 03 e 04).

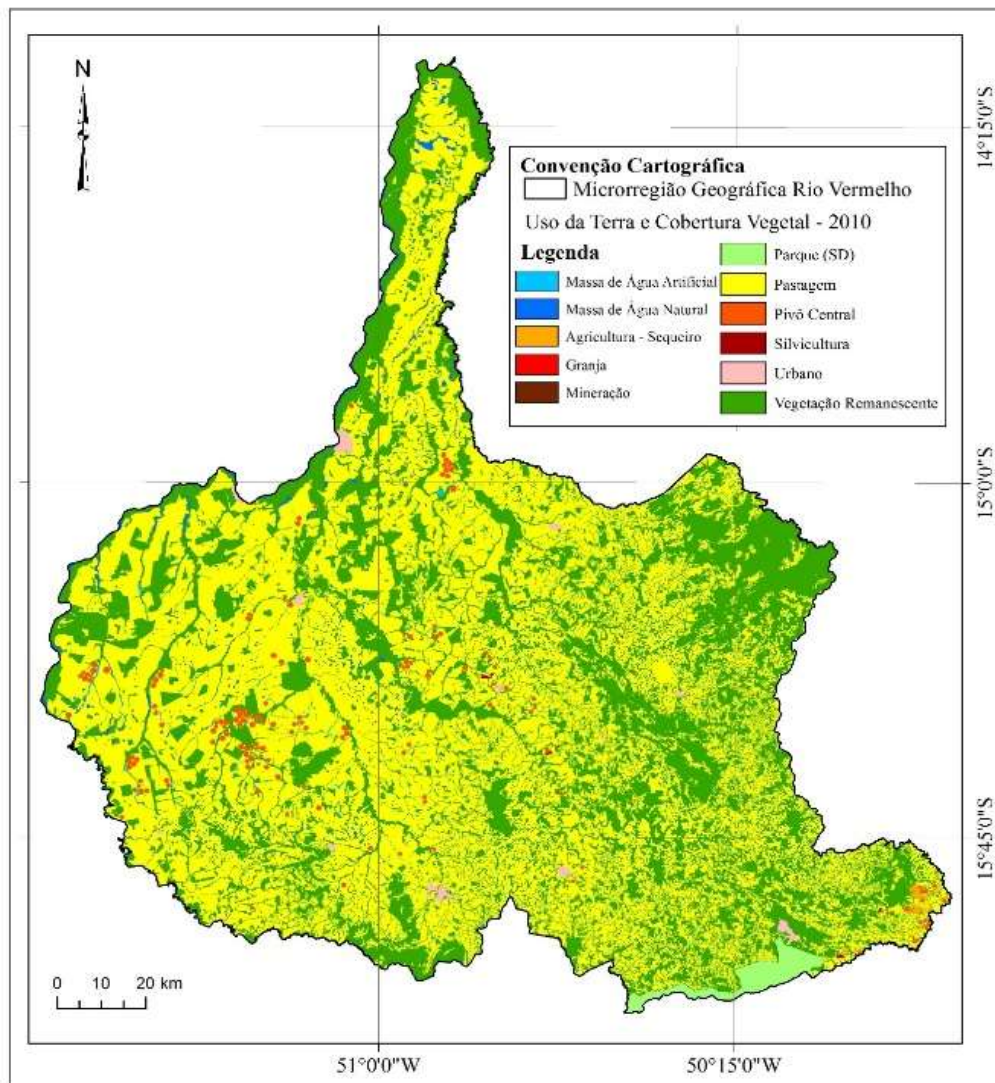
Figura 02. Uso da terra e cobertura vegetal em 2000 na Microrregião Geográfica Rio Vermelho – GO



Metadados: Sistema de Projeção UTM – Datum: WGS-84; Fonte: Imagem Landsat 7 ETM+ (2000), Imagem Landsat 5 TM (2010); Elaboração: Os autores (2019).

A escolha do recorte temporal se justifica por demonstrar um primeiro delineamento na região ocupada por empresas agropecuárias com interesses econômicos diversificados, imprimindo novo arranjo à configuração espacial da paisagem regional, rompendo a hegemonia da atividade de pecuária com implementação de uma agricultura de alta tecnificação.

Figura 03. Uso da terra e cobertura vegetal em 2010 na Microrregião Geográfica Rio Vermelho – GO

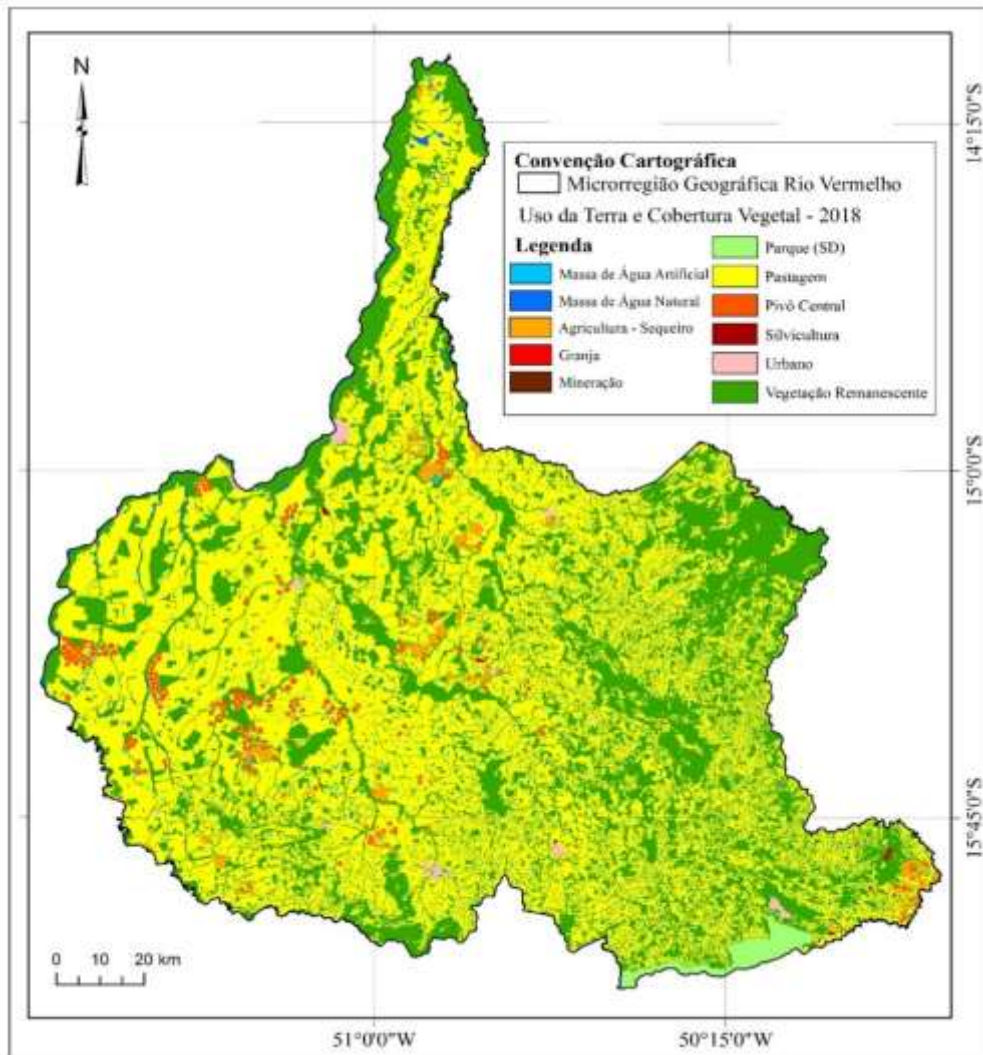


Metadados: Sistema de Projeção UTM – Datum: WGS-84; Fonte: Imagem Landsat 7 ETM+ (2000), Imagem Landsat 5 TM (2010); Elaboração: Os autores (2019).

As geoinformações levantadas mostram que a atividade econômica predominante é a pecuária com 55,49% em 2000, 58,49% em 2010 e 58,25% em 2018 de uma área total de 20.214,82 km<sup>2</sup>, associado às características pluviométricas

favoráveis, formando um mosaico com pastagens plantadas (principais espécies cultivadas na região são: *Bhachiaria decumbens* e *Brachiaria brizantha*, ambas de origem africana), pastagens naturais entre meio às áreas remanescentes de vegetação.

Figura 04. Uso da terra e cobertura vegetal em 2018 na Microrregião Geográfica Rio Vermelho – GO



Metadados: Sistema de Projeção UTM – Datum: WGS-84; Fonte: Imagem Landsat 8 OLI (2018).  
Elaboração: Os autores (2019).

No levantamento de 2000 foram identificados e espacializados 109 aparelhos (pivô central) correspondendo a 112,5 km<sup>2</sup> (0,557%) de área irrigada. Em 2010 constata-se um crescimento no número de aparelhos, igual a 153 totalizando área de 151,96 km<sup>2</sup> representando 0,752% da área total. No mapeamento relativo a 2018, mostra um aumento substancial no número de aparelhos igual a 261 aparelhos na região, num total de 253,02 km<sup>2</sup>, correspondendo a 1,252%, e incremento de 0,695% no

período analisado, uma vez que a região apresenta características edafoclimáticas favoráveis ao crescimento das áreas de plantio com suporte a uma agricultura altamente tecnificada, associado aos crescentes financiamentos de ordem pública ou privada disponíveis no mercado.

No que concerne à agricultura de sequeiro, a microrregião se caracteriza como muito incipiente no ano de 2000, praticada com caráter comercial no município de Goiás, ocupando uma área de 17,53 km<sup>2</sup>, representando 0,09% da área.

Em 2010 foi detectado um aumento para 28,54 km<sup>2</sup> (0,14%), com destaque para o município de Goiás abrigando a maior parte das áreas cultivadas, sendo 26,984 km<sup>2</sup>, localizadas na faixa leste do município, classificada como superfície de regional de aplainamento com altitude variando entre 700 a 800 metros e nível de dissecação média, reunindo características que favorecem a prática agrícola. Esta perspectiva de crescimento se mantém em 2018 com 225,65 km<sup>2</sup> correspondendo a 1,116 %, estando presente em quase toda a microrregião, demonstrando estar em movimento novos arranjos da organização espacial da atividade agropecuária regional (Tabela 02).

Tabela 02. Classes de uso da terra e cobertura vegetal de 2000, 2010 e 2018 na Microrregião Geográfica Rio Vermelho – GO

Cód.	Categorias	2000_Área (km <sup>2</sup> )	(%)	2010_Área (km <sup>2</sup> )	(%)	2018_Área (km <sup>2</sup> )	(%)
1	Agricultura Sequeiro	17,53	0,087	28,54	0,141	225,65	1,116
2	Massa de Água Artificial	79,60	0,39	82,11	0,40	84,90	0,42
3	Massa de Água Natural	141,21	0,708	141,21	0,699	141,02	0,698
4	Granja	0,0	0,0	0,0	0,0	1,01	0,005
5	Mineração	0,75	0,004	0,75	0,004	0,75	0,004
6	Parque (SD)	179,49	0,888	179,49	0,888	179,49	0,888
7	Pastagem	11217,84	55,493	11823,86	58,491	11773,99	58,250
8	Pivô Central	112,5	0,557	151,96	0,752	253,02	1,252
9	Silvicultura	0,15	0,001	5,21	0,026	10,77	0,053
10	Urbano	43,58	0,216	48,11	0,238	56,48	0,273
11	Vegetação Remanescente	8422,17	41,66	7753,57	38,356	7487,74	37,04
TOTAL		20214,8	100	20214,8	100	20214,8	100

Fonte: Os autores, 2019.

A utilização de produtos de sensoriamento remoto orbital de média resolução espacial na realização de mapeamentos do uso da terra e cobertura vegetal, revelam um

crescimento nas últimas décadas da agricultura irrigada em pivô central com a adoção do sistema de manejo com o plantio de soja como primeira safra (janela sanitária), a segunda safra planta-se milho, sorgo, milheto, chegando muitas vezes a ter uma terceira safra. Constata-se também o crescimento da agricultura no segmento sequeiro, principalmente a partir do ano de 2010, cultivando soja como primeira safra e posteriormente colocando semente de capim para formação de pasto, sendo chamada regionalmente como “safra do boi”.

A utilização das terras na microrregião possui correlação com suas características físico ambientais (VIEIRA, FERREIRA e FERREIRA, 2014; SANTOS e FERREIRA, 2017; SANTOS, FERREIRA e LENZI, 2018; VASCONCELOS et al. 2019), se configurando da seguinte forma:

- i) Reúne características de solos favoráveis à prática da pecuária, presença de solos do tipo gleissolo cobertos por campos de várzea, presença de extensos campos de pastagens naturais;
- ii) Presença de áreas sujeitas a inundações periódicas que estão alocadas nos patamares de até 300 metros de altitude, onde a pecuária bovina se adapta bem. Corroborando com resultados obtidos por Oliveira (2017), na baixa bacia do Rio Vermelho, reunindo características de relevo plano e suave, com baixa altitude, área de confluência do Rio Vermelho como o rio Araguaia no município de Aruanã e também por Britânia e Jussara;
- iii) Os solos de modo geral respondem bem quanto ao plantio de gramíneas para fins de pastagem, apesar de apresentarem deficiências de fertilidade e relativos teores de areia. Por outro lado, contam com tecnologias de manejo para correção solo;
- iv) Predomínio de pastagens plantadas com formas geométricas muito bem definidas em toda extensão ocidental da microrregião, evidenciando a prática de sistema de manejo com alto nível de tecnificação. Pratica uma pecuária voltada para gado de corte predominando grandes propriedades (> 750 ha) e médias propriedades (200 a 750 ha), classificadas tendo como referência o módulo fiscal aplicado para a região. Segundo Santos e Ferreira (2017), existe uma lógica impressa pelo capital na organização espacial fundiária na Bacia










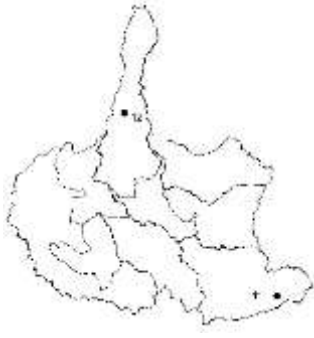


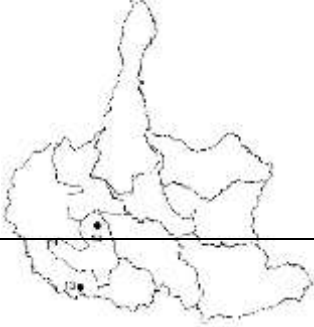




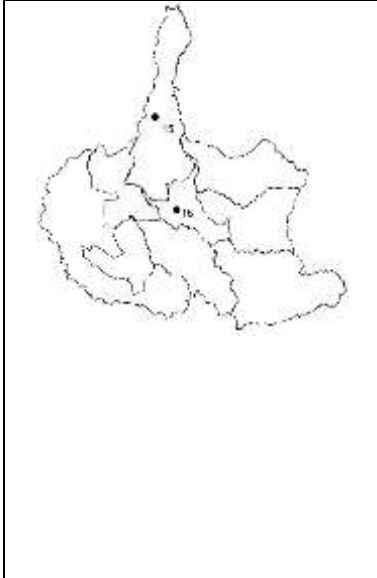


Hidrográfica Rio Vermelho, onde os grandes/médios pecuaristas estão localizados em áreas relativamente planas, com solos profundos dotados de boas características físicas;

- v) Presença de um mosaico constituído de pastagens e vegetação remanescente na faixa oriental da microrregião, apresentando topografia diversificada apresentando os maiores níveis altimétricos e solos mais frágeis do tipo Cambissolos e Neossolos Quartzarênicos e Litólicos. Apresenta de modo geral, adoção de sistemas de manejo com menor nível tecnológico com a presença marcante de pequenas propriedades, constituídas por propriedades convencionais e os assentamentos rurais. Estudo realizado por Santos e Ferreira (2017), na Alta Bacia do Rio Vermelho mostra que os pequenos produtores estão localizados em regiões com declividades acentuadas, solos rasos e pedregosos, onde enfrentam sérias dificuldades para mecanizar suas áreas, tornando o custo de produção mais elevado;
- vi) Na faixa central da microrregião apresenta uma zona de transição, onde são constatados a presença dos diferentes padrões de tecnificação e propriedades classificadas como grandes, médias e pequenas de acordo com o módulo fiscal adotado;
- vii) Apresenta aspectos naturais com susceptibilidade a ser utilizada por uma agricultura moderna, fato que se evidencia por meio de dados cartográficos que principalmente a partir de 2000, com a expansão da agricultura irrigada e nesta última década a constatação de áreas de pastagens dando lugar a agricultura de sequeiro. De acordo com Vilela et al. (2011), os índices pluviométricos são favoráveis ao desenvolvimento das principais *commodities* implantadas pelo setor produtivo.

Com base na etapa de validação dos dados referente a acurácia posicional e eficácia temática com a realização do trabalho (maio/2018 e março/2019), foi possível efetuar o registro fotográfico dos diferentes tipos de áreas que compõem as características gerais da organização espacial atual na Microrregião Geográfica Rio Vermelho – Goiás (Figuras 05,06,07, 08, 09, 10, 11, 12, 13, 14, 15 e 16).

Figuras 05, 06, 07, 08, 09, 10, 11, 12, 13, 14, 15 e 16. Registro fotográfico

	 <p>(05) Vista geral da unidade frigorífica Mataboi Ltda/Grupo JBJ Agropecuária no município de Santa Fé de Goiás, localizada na GO-173.</p>	 <p>(06) Pastagem plantada em área de solo do tipo Latossolo (Santa Fé de Goiás).</p>
	 <p>(07) Área de pastagem de uso intensivo associado a um sistema de manejo com tecnologia.</p>	 <p>(08) Área de pivô central utilizado para cultivo gramíneas/pastagem (Santa Fé de Goiás).</p>
	 <p>(09) Agricultura de sequeiro (cultivo de soja) no município de Jussara.</p>	 <p>(10) Área de Silvicultura (Goiás).</p>
	 <p>(11) Vista geral da Serra Dourada – vegetação se savanas no município de Goiás a partir da rodovia GO-164;</p>	 <p>(12) Vegetação em zona de tensão ecológica ou encraves (Aruanã);</p>
		

	(13) Agricultura de sequeiro (cultivo de milho) no município de Jussara.	(14) Agricultura irrigada (cultivo de feijão) na fazenda Lavônia no município de Santa Fé de Goiás.
		
	(15) Terras baixas localizadas no vale do Rio Araguaia e ao longo dos interflúvios de seus afluentes, consiste em áreas sujeitas a inundações, formando várzeas que unindo às altas temperaturas, propiciam ambiente quente e úmido durante todo o ano, muito favorável ao desenvolvimento de gramíneas (Aruanã).	(16) Unidade de armazenamento de grãos, localizada no município de Matrinchã.

Fonte: Acervo do autor, 2019.

### Matriz de Mudança

O processo de análise de mudança das paisagens, assim como a compreensão das relações das transformações do uso da terra e sua cobertura vegetal possui relação direta com a contextualização política e socioeconômica, a nível do enquadramento do ordenamento do território. Tal fato, assume grande importância na compreensão da dinâmica do uso da terra e cobertura vegetal no sentido de propiciar o entendimento das tendências de transformação, procurando identificar aspectos que indique mudanças na estrutura da paisagem, e também possibilitar a execução de análise desse processo de produção.

Diante de tal entendimento, a análise procedeu-se por meio da elaboração da matriz de tabulação cruzada possibilitando efetuar distinções, assim como qualificação das transformações ocorridas no espaço temporal de 2000 a 2010 (Tabelas 03 e 04) e 2010 a 2018 (Tabelas 05 e 06), elaboradas a partir do processo de interpretação e classificação de imagens de satélite do programa Landsat.

Analisando a matriz de tabulação cruzada, observa-se que o somatório de todas as classes em linha reponde pelo uso agrupado de cada classe analisada no primeiro momento (recorte temporal 1). O total em linha de classes, significando perda de área

para as demais classes do período analisado, sendo verificado as mesmas classes de uso no segundo momento (recorte temporal 2), possibilitando aferir o total de persistência (áreas que não sofreram alterações), assim como os ganhos para cada classe apresentados em coluna.

Considerando a transição de uso da terra e cobertura vegetal dos anos de 2000 e 2010, verifica-se assim, que as mudanças mais relevantes estão relacionadas à retração das áreas de vegetação remanescente e expansão de pastagens e das áreas irrigadas por pivô central.

Tabela 03. Matriz de tabulação cruzada do uso da terra e cobertura vegetal (km<sup>2</sup>) entre 2000 e 2010 na Microrregião Geográfica Rio Vermelho – GO

C-2000 (km <sup>2</sup> )	C-2010 (km <sup>2</sup> )											T-2010	Perda
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		
1	11,61	0	0	0	0	0	3,94	1,97	0	0	0,02	17,53	5,92
2	0,00	79,11	0	0	0	0	0	0	0	0	0,39	79,60	0,39
3	0	0	141,21	0	0	0	0	0	0	0	0	141,21	0,00
4	0	0	0	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
5	0	0	0	0	0,75	0	0	0	0	0	0	0,75	0,00
6	0	0	0	0	0	179,49	0	0	0	0	0	179,49	0,00
7	16,72	0,09	0	0	0	0	11141,51	42,41	4,35	4,36	8,19	11217,64	76,13
8	0	0	0	0	0	0	4,85	107,20	0,44	0	0	112,50	5,30
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0,15	0	0	0,15	0,00
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	43,58	0	43,58	0,00
11	0,20	2,81	0	0	0	0	671,62	0,38	0,26	0,17	7746,91	8422,35	675,44
<b>T 2000</b>	28,54	82,11	141,21	0,00	0,75	179,49	11822,00	151,96	5,21	48,11	7755,43	20214,8	763,18
<b>Ganho</b>	16,93	2,90	0,00	0,00	0,00	0,00	680,49	44,76	5,06	4,53	8,52	763,18	19451,63

Legenda: 1: Agricultura Sequeiro; 2: Massa de Água Artificial; 3: Massa de Água Natural; 4: Granja; 5: Mineração; 6: Parque (SD); 7: Pastagem; 8: Pivô Central; 9: Silvicultura; 10: Urbano; 11: Vegetação Remanescente.

Fonte: Os autores, 2019.

Os dados relativos à variável persistência mostram como esperado são as classes de pastagem e vegetação remanescente em função da sua maior área, maior favorecimento de uma maior persistência. De acordo com o mapeamento de uso das terras e cobertura vegetal, foi constatado as maiores consistências das classes

correspondem a pastagem com 11.141,51 km<sup>2</sup> (25,82 %), vegetação remanescente com 7.746,91 km<sup>2</sup> (17,95 %) e massa de água natural contando com 141,21 km<sup>2</sup> (0,33 %).

Neste período de análise, observa-se que as maiores perdas são referentes as categorias de: vegetação remanescente com 675,71 km<sup>2</sup> (1,57 %), a pastagem compondo 76,13 km<sup>2</sup> (0,18%), a categoria de agricultura de sequeiro apresentando ganho de 16,93 km<sup>2</sup> (0,04 %), mesmo com uma perda acumulada de 5,92 km<sup>2</sup> (0,01 %). Já a categoria de pivô central teve ganho de 44,76 km<sup>2</sup> (0,10 %), registrando perda de 0,01 %, passando a ser utilizada para pastagem.

Estes dados da agricultura de sequeiro se justificam basicamente em função da implantação de sistema de irrigação por pivô central em áreas que eram utilizadas para agricultura de sequeiro, estando concentradas a sua maior parte no extremo leste do município de Goiás. Estas geoinformações mostram uma tendência na expansão da agricultura, diversificando as atividades econômicas até então dominada pela prática agropastoril.

Tabela 04. Valor de persistência, perdas e ganhos para cada categoria do uso da terra e cobertura vegetal (km<sup>2</sup>) entre 2000 e 2010 na Microrregião Rio Vermelho - GO

Categorias	(km <sup>2</sup> )			(%)		
	Persistência	Perda	Ganho	Persistência	Perda	Ganho
Agricultura Sequeiro	11,61	5,92	16,93	0,03	0,01	0,04
Massa de Água Artificial	79,60	0,39	2,90	0,18	0,00	0,01
Massa de Água Natural	141,21	2,24	0,00	0,33	0,01	0,00
Granja	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mineração	0,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Parque (SD)	179,49	0,00	0,00	0,42	0,00	0,00
Pastagem	11141,51	76,13	680,41	25,82	0,18	1,58
Pivô Central	107,20	5,30	44,76	0,25	0,01	0,10
Silvicultura	0,15	0,00	5,06	0,00	0,00	0,01
Urbano	43,58	0,00	4,53	0,10	0,00	0,01
Vegetação Remanescente	7746,91	675,44	8,60	17,95	1,57	0,02
<b>Total</b>	19451,63	763,18	763,18	45,07	1,77	1,77

Fonte: Os autores, 2019.

Constata-se também ganho de 5,06 km<sup>2</sup> (0,01 %) em área de silvicultura, modalidade de uso ainda pouco praticada na microrregião, representando uma variação

líquida de 0,03 % e a categoria urbano com 4,53 km<sup>2</sup> (0,01 %) e variação líquida de 0,02 %.

As maiores variações líquidas foram para as classes de pastagem, vegetação remanescente, pivô central, agricultura de sequeiro com 606,02 km<sup>2</sup> (3,0 %), 663,90 km<sup>2</sup> (3,28 %), 39,46 km<sup>2</sup> (0,20 %). Quanto a variável troca no período de 2000 para 2010, verifica-se que os maiores valores são representados pelas categorias de pastagem (152,25 km<sup>2</sup>), vegetação remanescente (17,19 km<sup>2</sup>), agricultura de sequeiro (11,84 km<sup>2</sup>) e pivô central (10,60 km<sup>2</sup>).

Estes dados indicam um total de mudança para as seguintes classes: pastagem (756,54 km<sup>2</sup>), vegetação remanescente (684,04 km<sup>2</sup>), pivô central (50,06 km<sup>2</sup>) e agricultura de sequeiro (22,85 km<sup>2</sup>).

É importante destacar que estas mudanças de cenários ocorridas no âmbito da região, refletem um aspecto relativo à diversificação das atividades econômicas a nível regional baseado no uso da terra, em função de oportunidades de mercado, nomeadamente, carnes e grãos de *commodities*.

Tabela 05. Matriz de Transição do uso da terra e cobertura vegetal (km<sup>2</sup>) entre 2010 e 2018 na Microrregião Geográfica Rio Vermelho – GO

C-2010 (km <sup>2</sup> )	C-2018 (km <sup>2</sup> )											T-2018	Perda
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		
1	26,58	0	0	0	0	0	0,74	1,19	0	0	0,03	28,54	1,96
2	0	81,14	0,09	0	0	0	0,05	0	0	0	0,83	82,11	0,97
3	0	0	140,62	0	0	0	0,44	0	0	0	0,14	141,20	0,58
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
5	0	0	0	0	0,75	0	0	0	0	0	0	0,75	0,00
6	0	0	0	0	0	179,49	0	0	0	0	0	179,49	0,00
7	196,81	0,07	0,02	0,99	0	0	11502,53	99,52	6,58	8,22	9,11	11823,85	321,32
8		0	0	0	0	0	0	151,58	0	0	0,38	151,96	0,38
9	0,7	0	0	0	0	0	0	0,5	4,01	0	0	5,21	1,20
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	48,15	0,00	48,15	0,00
11	1,56	3,69	0,29	0,02	0	0	270,23	0,23	0,18	0,11	7477,24	7753,55	276,31
<b>T 2010</b>	225,65	84,90	141,02	1,01	0,75	179,49	11773,99	253,02	10,77	56,48	7487,73	20214,8	602,72
<b>Ganho</b>	199,07	3,76	0,40	1,01	0,00	0,00	271,46	101,44	6,76	8,33	10,49	602,72	19612,09

Legenda: 1: Agricultura Sequeiro; 2: Massa de Água Artificial; 3: Massa de Água Natural; 4: Granja; 5: Mineração; 6: Parque (SD); 7: Pastagem; 8: Pivô Central; 9: Silvicultura; 10: Urbano; 11: Vegetação Remanescente.

Fonte: Os autores, 2019.

Outro aspecto relevante, deste contexto, trata-se da implantação de grandes confinamentos bovinos com o objetivo de otimizar a produção de carne na forma de integração, onde muitos destes empreendimentos agrícolas aumentaram os níveis de tecnificação nos cultivos de pastagens, visando maior capacidade de uso por unidade de área, e simultaneamente, instalaram pivôs centrais para serem utilizados na produção soja (1<sup>a</sup> Safra), feijão/milho/capim silagem (2<sup>a</sup> Safra) e sorgo/milheto (3<sup>a</sup> Safra) integrando o boi na pastagem até o período de plantio da soja.

De modo geral, tais mudanças implicaram no desmatamento de área de cobertura vegetal para dar lugar às pastagens, seguida da conversão das áreas de pastagens em áreas agrícolas (irrigadas por pivô central e cultivos de sequeiro).

Ao analisar as transições de uso da terra e cobertura vegetal dos anos de 2010 e 2018, verifica-se que as maiores persistências são relativas as áreas de pastagem (26,65 %), seguida da categoria vegetação remanescente (17,33%), pivô central (0,35 %) e agricultura de sequeiro (0,06%).

A maior perda ocorrida foi a área de pastagem para outras categorias, principalmente para o segmento agrícola, destaque para a agricultura de sequeiro com ganho de 199,07 km<sup>2</sup>, incremento de 0,46 % no setor e as áreas de pivô central, representando ganho de 101,44 km<sup>2</sup>, aumento de 0,24 %.

Vale ressaltar a participação dos assentamentos neste contexto de perda de áreas de vegetação remanescente, uma vez que estão localizados em sua maior parte nos municípios de Goiás, Faina e Araguapaz apresentando característica de relevo acidentado, e de modo geral, a atividade econômica predominante constitui-se na criação de gado, dispondo para comercialização o leite “in natura” ou processado na forma de queijo e requeijão.

As áreas menores das parcelas dos assentados são destinadas à criação de suínos, aves, além do cultivo de mandioca, cana-de-açúcar, dentre outras atividades com o objetivo de subsistência e também comercializar o excedente, garantindo uma ampliação da renda familiar.

Observa-se que a dinâmica de diversificação das atividades econômicas com tendência de expansão da agrícola constatado na análise de 2000 a 2010 continua neste período de 2010 a 2018. A maior variação líquida consiste na categoria de vegetação

remanescente com área de 265,82 km<sup>2</sup> (1,31 %), seguida de agricultura sequeiro representada por área de 197,11 km<sup>2</sup> (0,98 %) e pivô central com 101,06 km<sup>2</sup> (0,50 %).

Estes dados expressam que o movimento no período entre 2010 e 2018, apontam para a prática de desmatamento de fragmentos da cobertura vegetal continua com a finalidade de formação de pastos, e por outro lado, a expansão da agricultura sequeiro e irrigada sobre áreas de pastagens, levando-se em conta que são setores da economia que contam com a disponibilidade no mercado de diversificadas fontes de financiamentos públicos (programas governamentais) e privado.

As categorias que agregam maiores perdas são pastagem 321,32 km<sup>2</sup> (0,74 %), seguida da vegetação remanescente composta por área de 276,31 km<sup>2</sup> (0,64 %). Por outro lado, as categorias com maiores ganhos, estão a pastagem com 271,46 km<sup>2</sup> (0,63 %), a agricultura de sequeiro com 199,07 km<sup>2</sup> (0,46 %) e o pivô central que detém 101,44 km<sup>2</sup> de área representando 0,24 %.

Tabela 06. Valor de persistência, perdas e ganhos para cada categoria (km<sup>2</sup>) entre 2010 e 2018 na Microrregião Geográfica Rio Vermelho – GO

Classe	(km <sup>2</sup> )			(%)		
	Persistência	Perda	Ganho	Persistência	Perda	Ganho
Agricultura Sequeiro	26,58	1,96	199,07	0,06	0,00	0,46
Massa de Água Artificial	81,14	0,96	3,76	0,19	0,00	0,01
Massa de Água Natural	140,62	0,58	0,40	0,33	0,00	0,00
Granja	0,00	0,00	1,01	0,00	0,00	0,00
Mineração	0,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Parque (SD)	179,49	0,00	0,00	0,42	0,00	0,00
Pastagem	11502,53	321,32	271,46	26,65	0,74	0,63
Pivô Central	151,58	0,38	101,44	0,35	0,00	0,24
Silvicultura	4,01	1,20	6,76	0,01	0,00	0,02
Urbano	48,15	0,00	8,33	0,11	0,00	0,02
Vegetação Remanescente	7477,24	276,31	10,49	17,33	0,64	0,02
<b>Total</b>	19612,09	602,72	602,72	45,45	1,40	1,40

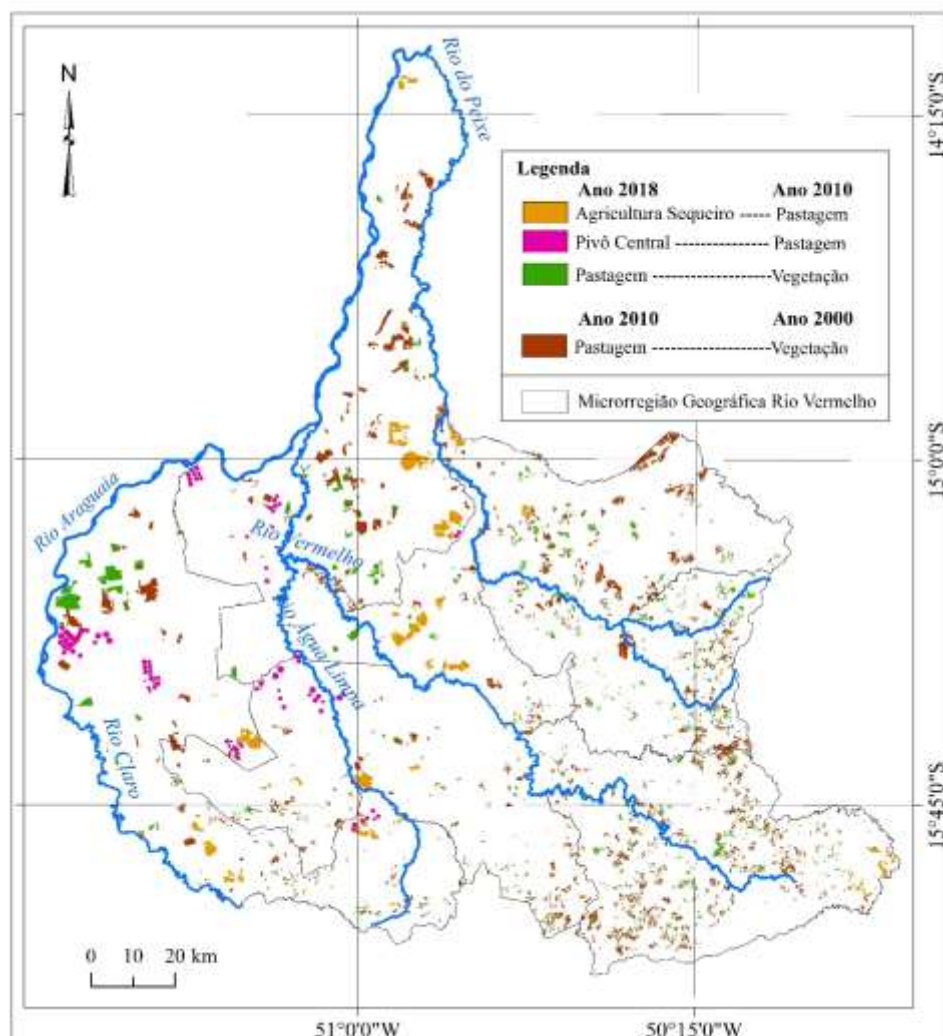
Fonte: Os autores, 2019.

As categorias que apresentaram maiores áreas de trocas de 2010 para 2018 consistindo na vegetação remanescente (552,62 km<sup>2</sup>), a pastagem (542,92 km<sup>2</sup>), a agricultura de sequeiro (3,92 km<sup>2</sup>), num total de mudança equivalente a 286,80 km<sup>2</sup>, 592,78 km<sup>2</sup>, 201,03 km<sup>2</sup>, respectivamente.



Pode-se afirmar que a metodologia de análise de múltiplas variáveis contempladas na matriz de tabulação cruzada fornece informações adicionais auxiliando compreender como as mudanças de uso da terra e cobertura vegetal estão se processando. A modelagem das alterações de uso da terra e cobertura vegetal a partir de uma abordagem multitemporal demonstra a ocorrência de importantes transições nas últimas décadas na microrregião Rio Vermelho (Figura 17). Desta forma, a produção e análise de cartografia temática e de síntese caracteriza-se como uma poderosa ferramenta de estudos destas alterações do território, assim como identificar sua dinâmica a partir da formação de diagnósticos, possibilitando compreender as transformações do espaço.

Figura 17. Espacialização das principais alterações entre os anos de 2000-2010 e 2010-2018 na Microrregião Geográfica Rio Vermelho – GO



Metadados: Sistema de Projeção UTM – Datum: WGS-84; Fonte: Imagem Landsat 7 (2000), Landsat 5 (2010) e Landsat 8 (2018); Elaboração: Os autores (2019).

As mudanças e tendências na sua variação espacial dos diferentes tipos de uso da terra e cobertura vegetal se desenvolvem ao longo do tempo de forma não constante, tornando perceptíveis as diferentes dinâmicas espaciais e temporais destas alterações no território em análise. Assim, seguindo esta linha de pensamento, com a espacialização das áreas de vegetação remanescente que foram desmatadas no período de 2000-2010 e 2010-2018, constata-se três movimentos de alterações principais:

- i) A ocorrência de desmatamentos com quantitativos expressivos de vegetação remanescente nos dois momentos analisados atingido uma perda bruta total de 951,75 km<sup>2</sup> convertidos preferencialmente para pastagem;
- ii) Conversão de áreas de pastagem para a expansão da agricultura irrigada por pivô central em ambos os momentos;
- iii) Conversão de áreas de pastagem para a expansão da agricultura da agricultura de sequeiro, este processo constatado principalmente a partir de 2010.

Observa-se que a região a partir de 1990, ainda de forma incipiente, mas intensificando-se em 2000, se insere num contexto de pleno desenvolvimento da atividade pecuária com pastagens plantadas, imprimindo novas mudanças de usos da terra, baseado na expansão agrícola por sistema de irrigação e de sequeiro, e supressão da vegetação remanescente.

Esses novos rearranjos de usos da terra caracteriza a configuração de um quarto momento do cenário regional, orientado pela expansão agrícola tecnificada, com emprego de alta tecnologia, investimento de capital e de resultados de pesquisas para subsidiar a adoção do sistema de manejo numa região tradicionalmente vinculada à atividade de pecuária bovina.

Estas alterações ocorridas na paisagem natural ao longo do tempo revelam diferenciadas dinâmicas espaciais e temporais promovendo a fragmentação da vegetação remanescente, o que implica em danos à biodiversidade e perda da qualidade dos recursos hídricos, dentre outros, favorecendo estabelecimento um cenário de desequilíbrio ambiental.

## Considerações finais

Neste sentido, a conjugação da produção de cartografia multitemporal e a metodologia de análise por meio de matriz de tabulação cruzada com base na proposta por Pontius Jr. et al. (2004), foi realizada uma avaliação da mudança total das categorias de uso da terra e cobertura vegetal de acordo com dois pares de componentes (2000-2010 e 2010-2018).

Este procedimento metodológico permitiu qualificar as mudanças ocorridas quanto as áreas persistentes (áreas que não sofreram alterações), perdas e ganhos brutos, para daí definir a variação líquida e determinação do quanto houve de troca entre as categorias.

Portanto, a informação geográfica assume extrema importância na realização de diagnósticos, monitoramento e avaliação dos planos de gestão. Permite a determinação de indicadores a partir dos dados geográficos criando condições de quantificar carências, propiciando o entendimento de transformação ou evolução de determinados fenômenos por meio das mudanças e rearranjos da paisagem.

Este tipo de análise, torna-se um instrumento facilitador do entendimento da organização espacial e dinâmica geográfica sob a ótica ambiental, geoespacial e antrópica, além de elementos de representação cartográfica.

## Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001. O segundo autor agradece a bolsa Produtividade em Pesquisa (PQ2) do CNPq por meio do processo 307438/2021-0.

## Referências

ALVES, Welmo dos Santos; MARTINS, Alécio Perini.; SCOPEL, Iraci. Uso da terra e cobertura vegetal na bacia do Ribeirão das Abóboras em Rio Verde (GO), entre os anos de 1985 e 2015. **Revista Caminhos de Geografia**. Uberlândia – MG, v. 19, n. 65, p. 125–145, Mar. 2018. Disponível em: <<https://seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/about>>. Acesso em: 08 jan. 2019.

ARCGIS®. Versão 10.6.1. [s. l.]. ESRI, 2018.

BARREIRA, Celene Cunha Monteiro Antunes. **Região da Estrada do Boi: Usos e Abusos da Natureza**. Goiânia: Editora UFG, 1997. 155 p.

COHEN, Jacob. A coefficient of agreement for nominals scales. **Journal of Educational and Measurement**, Washington, v.20, n.1, p.37-46, 1960.

CONGALTON, Russel. A review of assessing the accuracy classificatons of remotely sensed data. **Remote Sensing Environment**, [S./l.], v. 37, p.35-46, 1991.

CHAUL, Nasr Fayad. **Caminhos de Goiás: da construção da decadência aos limites da modernidade**. Goiânia: Ed. UFG, 1997. 247p.

EXÉRCITO BRASILEIRO. Departamento de Ciência e Tecnologia, Diretoria de Serviço Geográfico. **Especificação Técnica para a Aquisição de Dados Geoespaciais Vetoriais (ET-ADGV)**. Diretoria de Serviço Geográfico do Exército Brasileiro. 2 ed. 2011.

FERNANDES, Fernando Hiago Souza.; MOREIRA, Adriana Aparecida; NERY, César Vinícius Mendes. Dinâmica do uso e ocupação do solo da área desapropriada do lago artificial do Bico da Pedra no norte do estado de Minas Gerais. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia, v.15, n. 50, p. 187-206, 2014.

FRANCO, José Luiz de Andrade; GANEM, Roseli Senna; BARRETO, Cristiane. Devastação e Conservação do Bioma Cerrado: Duas dinâmicas de fronteira. **Expedições - Teoria da História & Historiografia**, [S./l.], v.7, n.2, p. 56-83, 2016.

GLOBAL FOREST CHANGE. **Dados de perda de vegetação no estado de Goiás e Distrito Federal – 1/100.000 (2000-2019)**, Projeto *Global Forest Watch (GFW)* e *Global Land Analysis and Discovery (GLAD)* da Universidade de Maryland. 2023.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Base Cartográfica - 2016**. 2016. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 10 mar. 2017.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico– Estimativa para 2018**. 2019. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 15 abr. 2018.

LANDIS, Richard.; KOCH, Gary. The measurement of observer agreement for categorical data. **Biometrics**, [S./l.], v.33, n.1, p.159-174, 1977.

MIRANDA, Sabrina do Couto de; DE-CARVALHO, Plauto Simão; RIBON, Adriana Aparecida. Tópicos em conservação e manejo do cerrado: biodiversidade, solos e uso sustentável. In. VASCONCELOS et al. (Org.). **A vegetação lenhosa de cerradão na bacia hidrográfica do Rio Vermelho, GO**. Goiânia: Kelps, 2019, p. 9-27.

OLIVEIRA, Elis Regina de. **Pecuária bovina e condicionantes socioambientais do Rio Vermelho - GO**. 2017. 196 f. Tese (Doutorado em Geografia) - Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, Universidade Federal de Goiás, Goiânia-GO, 2017.

PONTIUS Jr. Robert. et al. Detecting important categorical land changes while accounting for persistence. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, [S./l.], v. 101, p. 251-268, 2004. Disponível em: <[http://www.clarku.edu/~rpontius/pontius\\_et\\_al\\_2004\\_aee.pdf](http://www.clarku.edu/~rpontius/pontius_et_al_2004_aee.pdf)>. Acesso em: 10 maio 2018.

SANTOS, Pablo Santana; FERREIRA, Laerte Guimarães. Análise descritiva dos aspectos biofísicos associados aos padrões de cobertura e uso da terra na bacia hidrográfica do rio Vermelho, bioma cerrado. **GeoFocus**, [S./l.], n. 20, p. 3-28, Jul. 2017. Disponível em: <<https://www.geofocus.org/index.php/geofocus..>>. Acesso em: 10 de jan. 2018.

SANTOS, Pablo Santana; FERREIRA, Laerte Guimarães.; LENZI, Ítalo Luiz Corrêa. Caracterização biofísica das pastagens na bacia hidrográfica do Rio Vermelho (GO), bioma Cerrado, Brasil. **Bol. Geogr. Maringá**, v. 36, n. 3, p. 53-73, 2018. Disponível em: <<https://periodicos.uem.br/ojs/index.php/BolGeogr/about>>. Acesso em 10 jan. 2018.

SANTOS, Suzana Daniela Rocha. et al. Considerações sobre a utilização do PEC (Padrão de Exatidão Cartográfica) nos dias atuais. In: III Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação, 3, 2010, Recife – PE. **Anais [...]**, Recife: UFPE, 2010. p. 001-005.

SOARES, Cleonice Batista Regis; MARTINS, Alécio Perini. Expansão e espacialização de pivô central no município de Santa Fé de Goiás – GO, utilizando Geoprocessamento e *Open Data Kit (ODK)*. **Caderno de Geografia**, Belo Horizonte, v.29, n.58, p. 867-891, 2019.

SCHNEIDER, Laura; PONTIUS Jr. Robert. Modeling land-use change in the Ipswich watershed, Massachusetts, USA. **Agric. Ecosyst. Environ**, [S./l.], v. 85, p. 83-94, 2001. Disponível em: <[https://www2.clarku.edu/~rpontius/schneider\\_pontius\\_2001\\_aee.pdf](https://www2.clarku.edu/~rpontius/schneider_pontius_2001_aee.pdf)>. Acesso em: 10 maio 2018.

SPRING®. Versão 5.5.5. [s. l.]. INPE, 2018.

USGS - United States Geological Survey. **Earth Explorer** - Downloads de imagens Landsat e SRTM. 2018. Disponível em: <<https://earthexplorer.usgs.gov/>>. Acesso em: 20 mar. 2018.

VIEIRA, Pedro Alves; FERREIRA, Laerte Guimarães; FERREIRA, Nilson Clementino. Análise da vulnerabilidade natural da paisagem em relação aos diferentes níveis de ocupação da bacia hidrográfica do Rio Vermelho, Estado de Goiás. **Soc. & Nat.**, Uberlândia, v.26 n.2, p. 385-400, mai/ago. 2014. Disponível em: <<https://seer.ufu.br/index.php/sociedadennatureza/about>>. Acesso em: 10 de jan. 2018.

VILELA, Lourival. et al. Sistemas de integração lavoura-pecuária na região do Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, [S./l.], v. 46, n. 10, p. 1127-1138, 2011.

---

**Autores**

---

**Cleonice Batista Regis Soares** – É Graduada em Geografia pela Universidade Federal de Goiás (UFG) e Mestre em Geografia Universidade Federal de Goiás (UFG). Atualmente é Doutoranda pelo Programa de Pós-Graduação em Geografia pela Universidade Federal de Jataí (UFJ).

**Endereço:** UFJ - Campus Riachuelo | Rua Riachuelo n° 1530 - Setor - Samuel Graham, CEP: 75804-020, Jataí, GO, Brasil.

**Alécio Perini Martins** – É Graduado, Mestre e Doutor em Geografia pela Universidade Federal de Uberlândia (UFU). Atualmente é Professor Adjunto da Universidade Federal de Jataí (UFJ).

**Endereço:** UFJ - Campus Riachuelo | Rua Riachuelo n° 1530 - Setor - Samuel Graham, CEP: 75804-020, Jataí, GO, Brasil.

---

**Artigo recebido em: 29 de março de 2023.**

**Artigo aceito em: 28 de junho de 2023.**

**Artigo publicado em: 30 de junho de 2023.**