

SENSORIAMENTO REMOTO APLICADA A DINÂMICA DE USO E COBERTURA DA TERRA DO PA CAQUETÁ PORTO ACRE – ACRE/BRASIL

Cassia Mara do Nascimento Barros Araújo^{1*}; Karla da Silva Rocha²; Silvio Simione da Silva³; Abib Alexandre de Araújo⁴.

ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-0667-9266>; <https://orcid.org/0000-0002-2738-9314> ;
<https://orcid.org/0000-0001-5348-9899>; <https://orcid.org/0000-0002-2774-5390>

¹ Bacharel em Geografia pela Universidade Federal do Acre/UFAC; ² Docente da Universidade Federal do Acre/UFAC, Laboratório de Geoprocessamento LAGEOP/UFAC; ³ Docente da Universidade Federal do Acre, Departamento de Geografia - UFAC; ⁴ Docente do Instituto Federal do Acre/IFAC-Campus Rio Branco Avançado Baixada do Sol.
mara.ufac2016@gmail.com

Recebido em: 14/12/2022; Aceito em: 22/05/2023; Publicado em: 18/07/2023
DOI: <https://doi.org/10.29327/268458.5.1-7>

RESUMO

O estudo da dinâmica do uso e cobertura da terra tem relevância no entendimento dos processos que envolvem a ocupação e consolidação do território na região amazônica, visto que é possível obter um conjunto de informações referentes aos processos de ocupação e suas transformações. Este trabalho teve como objetivo analisar a dinâmica da paisagem do projeto de assentamento Caquetá no período de 20 anos. Para isto, fez-se uso de imagens dos satélites Landsat 5 sensores TM (1997, 2007), Landsat 8 sensor OLI (2017) e ferramentas de geoprocessamento com uso do software Qgis 3.16.7 para mapear o uso e cobertura da terra para o período temporal proposto (1997 a 2017). Foram identificadas 5 classes de cobertura da terra, sendo elas: Floresta Primária, Floresta Secundária, Solo Exposto, Corpo d'água e Pastagem. Resultados mostraram que as classes de uso e cobertura da terra que mais aumentaram sua área ao longo dos 20 anos foram as classes de pastagem passando de 4,80% para 44,21% e solo exposto passando de 1,85% para 11,71%. Em contrapartida a que mais apresentou redução foi a classe de floresta passando de 85,50% para 37,52%. A classificação de uso e cobertura da terra foi avaliada utilizando o cálculo do índice Kappa (IK) e acurácia global, obtendo-se assim valores iguais a 0,97% e 98%, respectivamente, valores estes considerados excelentes.

Palavras-chave: Análise espacial; Sensoriamento remoto; dinâmica da paisagem; Uso e cobertura da terra; Assentamentos rurais.

REMOTE SENSING APPLIED TO THE DYNAMICS OF LAND USE AND COVERAGE OF PA CAQUETÁ PORTO ACRE – ACRE/BRAZIL

ABSTRACT

The study of the dynamics of land use and land cover is relevant in understanding the processes that involve the occupation and consolidation of the territory in the Amazon region, since it is possible to obtain a set of information regarding the occupation processes and their transformations. This work aimed to analyze the dynamics of the landscape of the Caquetá settlement project over a period of 20 years. For this, satellite images from the Landsat 5 TM sensors (1997, 2007), Landsat 8 OLI sensor (2017) and geoprocessing tools using the Qgis 3.16.7 software were used to map land use and land cover for the proposed time period (1997 to 2017). Five classes of land cover were identified, namely: Primary Forest, Secondary Forest, Bare Soil, Water Body and Pasture. Results showed that the classes of land use and land cover that most increased their area over the 20 years were the pasture classes changing from 4.80% to 44.21% and exposed soil changing from 1.85% to 11.71 %. On the other hand, the one that showed the most reduction was the forest class, changing from 85.50% to 37.52%. The classification of land use and land cover was evaluated using the Kappa index (IK) calculation and global accuracy, thus obtaining values equal to 0.97% and 98%, respectively, values considered excellent.

Keywords: Spatial analysis; Remote Sensing; Landscape dynamics; land use and coverage; Rural settlement.

LA DETECCIÓN REMOTA APLICADA A LA DINÁMICA DE USO DEL SUELO Y COBERTURA DE PA CAQUETÁ PORTO ACRE – ACRE/BRASIL

RESUMEN

El estudio de las dinámicas de uso y cobertura del suelo es relevante para comprender los procesos que involucran la ocupación y consolidación del territorio en la región amazónica, ya que es posible obtener un conjunto de información sobre los procesos de ocupación y sus transformaciones. Este trabajo tuvo como objetivo analizar la dinámica del paisaje del proyecto de asentamiento Caquetá durante un período de 20 años. Para esto, se utilizaron imágenes de los sensores Landsat 5 TM (1997, 2007), satélites Landsat 8 OLI sensor (2017) y herramientas de geoprocésamiento utilizando el software Qgis 3.16.7 para mapear el uso y la cobertura del suelo para el período de tiempo propuesto (1997). a 2017). Se identificaron cinco clases de cobertura del suelo, a saber: Bosque primario, Bosque secundario, Suelo expuesto, Cuerpo de agua y Pastizal. Los resultados mostraron que las clases de uso de suelo y cobertura de suelo que más incrementaron su área en los 20 años fueron las clases de pastura pasando de 4.80% a 44.21% y suelo expuesto pasando de 1.85% a 11.71%. Por otro lado, la que presentó mayor reducción fue la clase forestal, pasando de 85,50% a 37,52%. La clasificación de uso de suelo y cobertura de suelo se evaluó mediante el cálculo del índice Kappa (IK) y precisión global, obteniendo así valores iguales a 0,97% y 98%, respectivamente, valores considerados excelentes.

1 INTRODUÇÃO

A dinâmica do uso e cobertura da terra é de grande importância na compreensão dos processos que envolvem a ocupação e consolidação do território (XAUD e EPIPHANIO, 2015). Estes processos de ocupação têm deixado diversas cicatrizes na superfície terrestre, requerendo assim formas de gerenciar as transformações na mesma velocidade. Estas mudanças podem ser identificadas facilmente através dos padrões homogêneos observados na superfície terrestre utilizando imagens de satélites (LEITE e ROSA, 2012) e técnicas de interpretação de imagens.

Atualmente, a expansão da fronteira agropecuária é considerada um dos principais fatores de mudanças de uso da terra, onde tem se observado taxas de desmatamento crescente (CARVALHO, 2012). De acordo com dados do PRODES/INPE (2020), a Amazônia perdeu 700.000 km² de sua cobertura florestal, o correspondente a 17%, e deste total aproximadamente 300.000 km² aconteceram nos últimos 20 anos.

Duarte et al. (2020) mencionam que no Estado Acre as maiores porções de desmatamento ocorreram na região do Baixo Acre, composta pelos municípios de Acrelândia, Bujari, Plácido de Castro, Porto Acre, Rio Branco e Senador Guiomard, onde cerca de 48% desta região já se encontrava desflorestada em 2018. Nessa região se concentra a maioria dos assentamentos rurais e fazendas agropecuárias do Estado do Acre (ROCHA et al. 2015). O município de Porto Acre, onde está localizada a área de estudo, até o ano de 2017, apresentou uma área de desflorestamento de 1.336,9 km² correspondendo a quase 50% da sua área total (PRODES/INPE, 2020).

Para Florenzano (2007), sensoriamento remoto é uma tecnologia que permite obter imagens e outros tipos de dados da superfície terrestre, através da captação e do registro da energia refletida ou emitida. Jensen (2009) um dos pioneiros na literatura sobre Sensoriamento Remoto define como a arte e ciência da obtenção de informação sobre um objeto sem contato físico. Com uso de sensoriamento remoto, é possível realizar o monitoramento do desmatamento e a identificação temporal das mudanças de uso e cobertura do solo.

Para que haja percepção das mudanças do uso e cobertura é fundamental confrontar as imagens adquiridas de uma mesma localidade em períodos diferentes. O conhecimento sobre a condição do uso e cobertura da terra torna-se assim, uma informação imprescindível para avaliar várias funções, seja ela social ou ambiental, bem como avaliar gestão e planejamento de recursos (FARINHA, 2006). Do exposto, fica clara a importância de se monitorar o uso e cobertura da terra em diferentes recortes espacial e temporal.

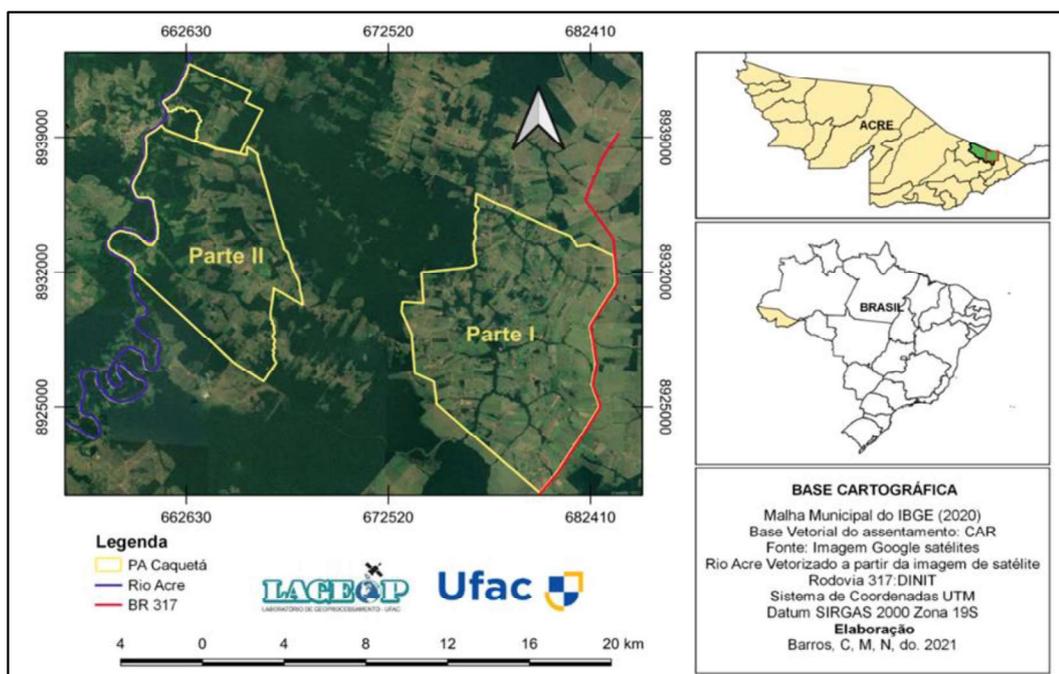
Neste sentido, esse trabalho visa avaliar a dinâmica do uso e cobertura da terra do Projeto de Assentamento Caquetá no período temporal de 20 anos (1997 a 2017), com intervalos de 10 anos, utilizando técnicas de Sensoriamento Remoto.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de estudo

O PA Caquetá está localizado no município Porto Acre no Estado do Acre, região do Baixo Acre, distante 57 km da sede municipal entre as margens da BR- 317 e o Rio Acre (Figura 1). O projeto foi criado em 10 de março de 1997, por meio da Portaria/INCRA nº 09/1997, e conta com uma área de 17.631,9230 hectares com capacidade para assentar 623 famílias, com lotes variando de 12 a 60 hectares (GUIMARÃES, 2019). O PA Caquetá, objeto de estudo desta pesquisa, é dividido em duas partes com certificações independentes, tais como: Certificado SNCI nº 141707000004-81 (parte I) e certificação SNCI nº 141707000003-09 (parte II), com data de criação fixada em 25.07.2017.

Figura 1: Localização do Projeto de Assentamento Caquetá



Fonte: Elaborado por Barros, 2021.

2.2 Material e Método

Aquisição e processamento de imagens

Para a realização do estudo, foram utilizadas imagens do satélite Landsat para os anos 1997, 2007 e 2017. As imagens dos dois primeiros anos são referentes ao satélite Landsat 5, sensor Thematic Mapper - TM e a imagem de 2017, referente ao satélite Landsat 8 sensor Operational Land Imager - OLI. As imagens foram adquiridas de forma gratuita através do site

Glovis (<https://glovis.usgs.gov/app>). A escolha das datas das imagens foi determinada levando em consideração o período de baixa ocorrência de nuvens na região, ou seja, o mês de julho, e considerando um período temporal de análise com um intervalo de dez anos. A Tabela 1 destaca os satélites utilizados, tipos de sensores, órbita/ponto e data de obtenção de cada imagem.

Tabela 1: Cenas utilizadas no estudo.

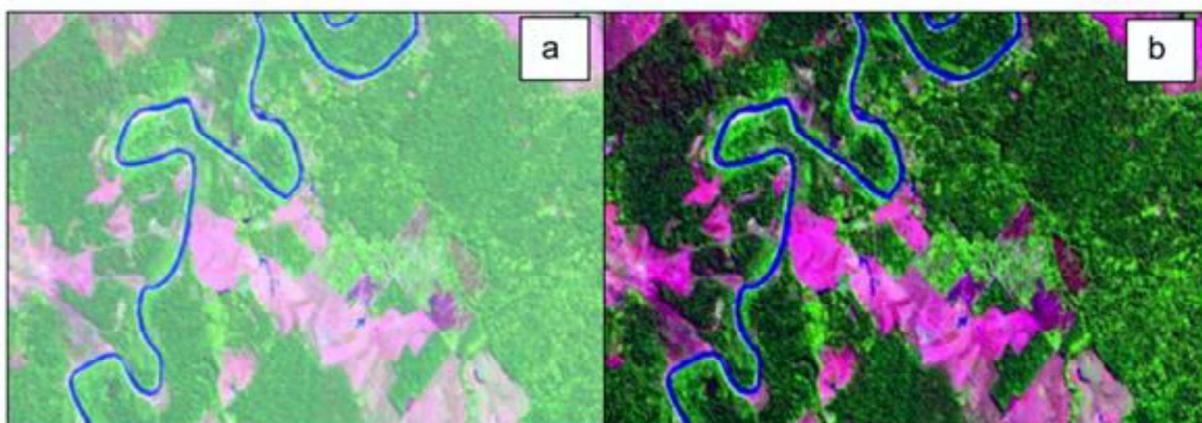
Satélite	Sensor	Órbita/ponto	Data
LANDSAT 5	TM	002/067	19/07/1997
LANDSAT 5	TM	002/067	29/07/2007
LANDSAT 8	OLI	002/067	10/07/2017

Fonte: Elaborado pelos autores, 2021.

Correção atmosférica

Foi realizada para atenuar os efeitos atmosféricos da radiância, visto que a atmosfera afeta a radiância refletida pela superfície que é captada pelo sensor (GAIDA et al. 2020). Existem diversas técnicas para realizar a correção atmosférica, neste trabalho optou-se pelo método DOS (Dark Object Subtraction), proposto por Chávez (1989). Esse método consiste na correção do espalhamento atmosférico onde a interferência da atmosfera é estimada a partir dos números digitais (ND) da imagem, sendo ignorada a absorção da atmosfera (SANCHES et al. 2011). A Figura 2, mostra o resultado do processo de correção atmosférica das imagens utilizadas.

Figura 2: Composição R5G4B3 sem correção atmosférica (a) e com correção atmosférica (b).

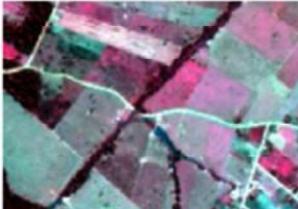


Fonte: Elaborado pelos autores, 2021.

Composição colorida

Após a correção atmosférica foram realizadas várias composições coloridas de modo a se adotar a que melhor atendesse as necessidades do estudo. Este procedimento consiste em mesclar três bandas espectrais. A composição que apresentou resultado mais satisfatório foi a sequência de bandas espectrais R5 G4 B3 para o Landsat 5/TM, e R6 G5 B4 para Landsat 8/OLI (Figura 3), o qual apresentaram melhor contraste, permitindo assim identificar as diferentes classes de uso e cobertura da terra presente na imagem. As bandas utilizadas na composição colorida foram: Infravermelho Médio, Infravermelho Próximo e Vermelho respectivamente.

Figura 3: Composição RGB para os satélites Landsat 5 TM, Landsat 8 OLI.

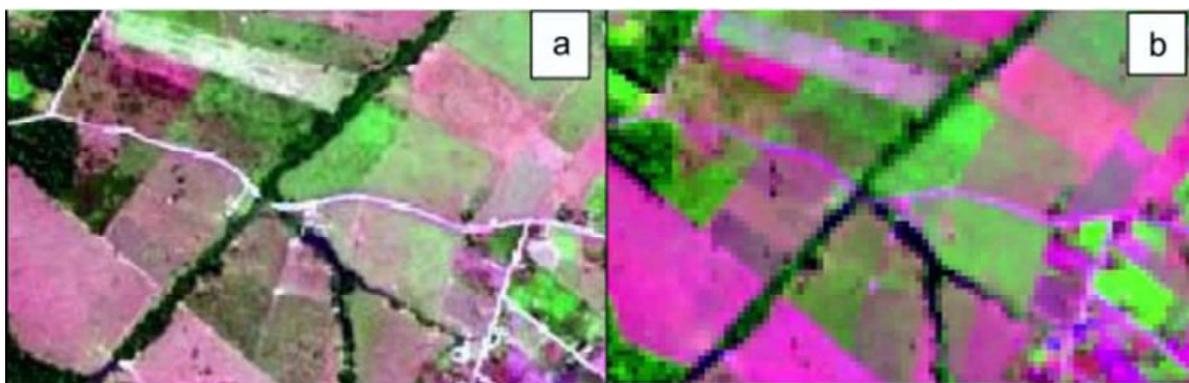
Bandas	Landsat5/TM	Landsat8/OLI
Cor natural	 R3 G2 B1	 R4 G3 B2
Falsa cor Infravermelho	 R4 G3 B2	 R5 G4 B3
Cor natural simulada	 R5 G4 B3	 R6 G5 B4
Cor natural simulada	 R7 G4 B2	 R7 G5 B3

Fonte: Elaborado pelos autores, 2021.

Fusão

O processo de fusão consiste em combinar imagens de diferentes características espectrais e espaciais para obtenção de uma imagem com uma melhor resolução do que a imagem multiespectral original (BENVINDO e ROCHA, 2020). A fusão foi realizada na imagem do satélite Landsat 8 utilizando a banda 8 (pancromática) que apresenta uma resolução espacial de 15m. O resultado da fusão pode ser observado na Figura 4. Para o processo de fusão foi utilizado a ferramenta Pansharpning no Qgis 3.16.7 (BENVINDO e ROCHA, 2020). Após o processo de fusão a imagem da composição R6 G5 B4, apresentou ganhos visuais significativos em detalhes.

Figura 4: Imagens fusionada resolução 15 m (a) e multiespectral resolução 30m (b).



Fonte: Elaborado pelos autores, 2021.

Classificação

A classificação digital de imagens é um processo muito importante para o mapeamento de uso e cobertura da terra (Nogueira e Rocha, 2020). Para isto foi realizada uma classificação supervisionada no Qgis 3.16.7 usando a função Semi-Automatic Classification Plugin (SCP), fazendo uso da coleta de amostra. Foram coletadas 35 amostras para cada classe de uso e cobertura da terra determinada, totalizando 175 amostras. Neste trabalho foi possível identificar 5 classes: Floresta Primária, Floresta Secundária, Solo Exposto, Corpos Hídricos e Pastagem. Após a coleta de amostras, obteve-se como resultado as classificações de uso e cobertura da terra para os 3 anos em análise. Em seguida foram gerados os mapas temáticos da área de estudo com as devidas classes de uso e cobertura da terra para cada período temporal analisado.

Validação

Com o intuito de verificar a acurácia dos dados levantados, foi gerada uma Matriz de Confusão. A matriz permite avaliar a qualidade da classificação por meio da correlação das informações. Possibilitando assim avaliar a distribuição de pixels classificados de forma correta ou errada. Para a estimativa da acurácia da classificação utilizou-se o plugin SCP, a qual serviu de base para o cálculo do Índice Kappa. Este procedimento estatístico consiste em determinar a acurácia por classe de uso e cobertura da terra e total. O coeficiente Kappa (Tabela 2) é uma das variáveis estatísticas que podem ser obtidas após gerar a matriz de confusão. Este índice retrata o grau de concordância entre os dados (PRINA e TRENTIN, 2015). O resultado obtido pelo coeficiente Kappa, varia entre 0 a 1, sendo que quanto mais próximo a 1, melhor a qualidade dos dados classificados, quanto mais próximo de 0 menos confiável é o resultado (LANDIS e KOCH, 1997).

Tabela 2: Agrupamento qualitativo do coeficiente Kappa.

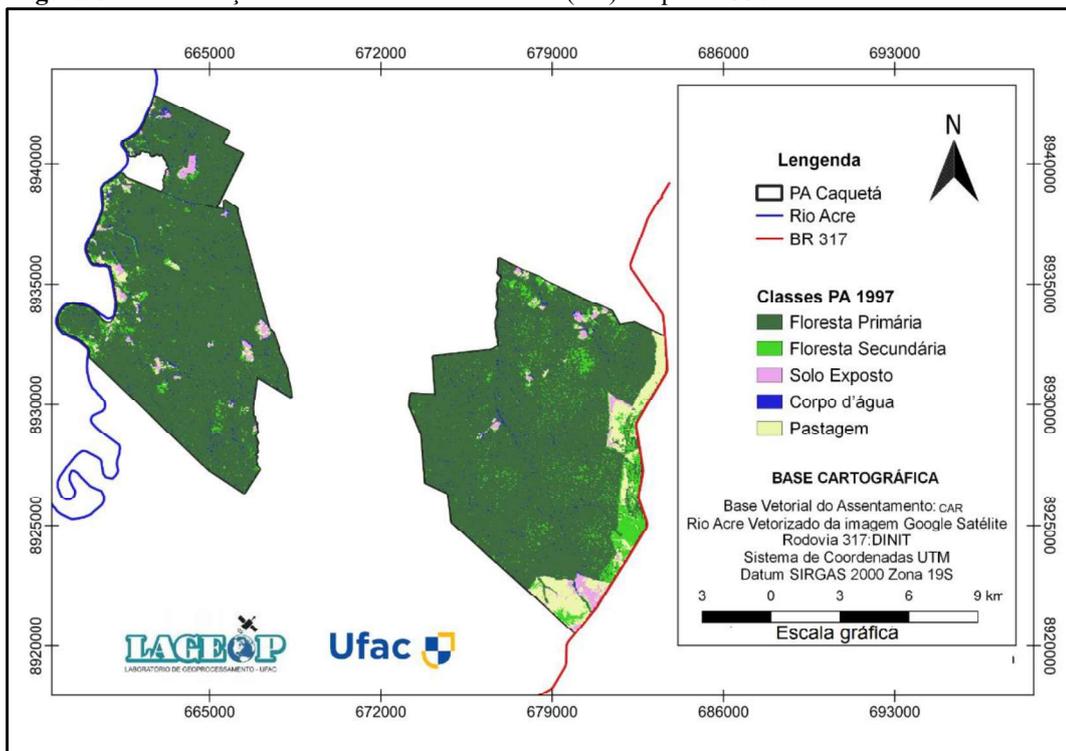
Índice Kappa	Desempenho
>0	Péssimo
$0 < k \leq 0,2$	Ruim
$0,2 < k \leq 0,4$	Razoável
$0,4 < k \leq 0,6$	Bom
$0,6 < k \leq 0,8$	Muito Bom
$0,8 < k \leq 1,0$	Excelente

Fonte: Adaptada de Landis e Koch (1977).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

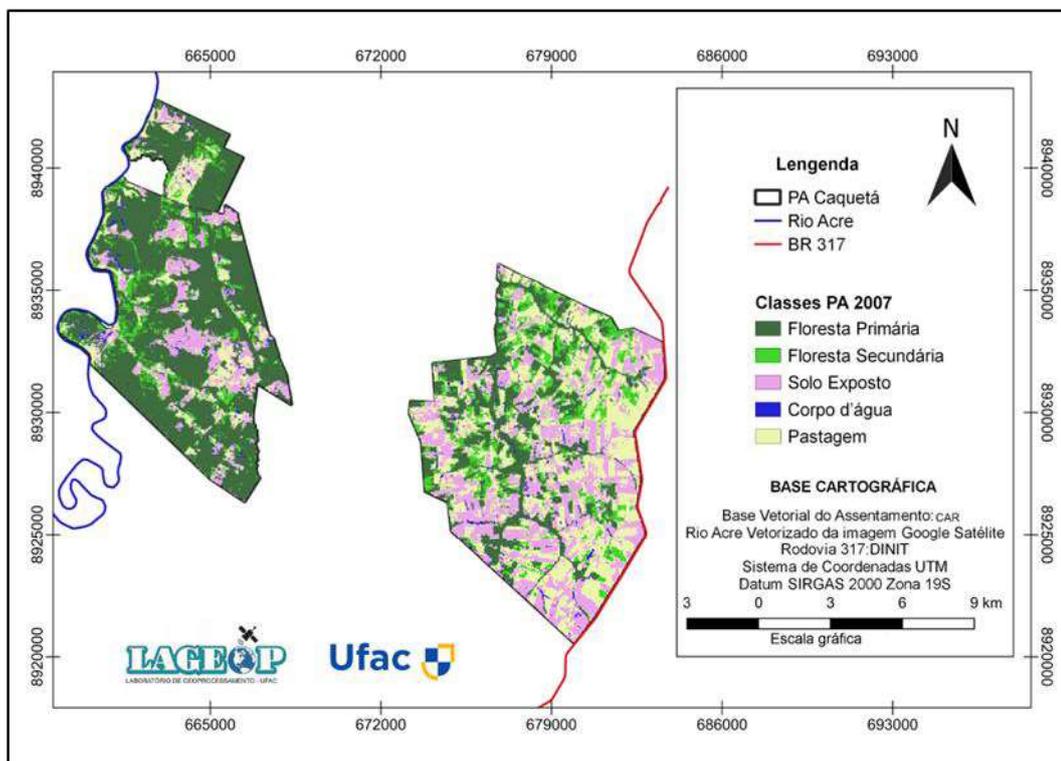
As técnicas de sensoriamento remoto com uso de imagens orbitais permitiram mapear e quantificar 5 classes de uso da terra para os anos 1997, 2007 e 2017 (Figuras 5, 6 e 7), possibilitando assim avaliar as mudanças na paisagem do projeto de Assentamento Caquetá ao longo dos anos. Para os três períodos analisados, seguiu-se o mesmo número de classes (Floresta Primária, Floresta Secundária, Solo Exposto, Corpo d'água e Pastagem). Considerou-se as definições para cada classe de acordo com (IBGE, 2006; BROWN e LUGO, 1990), sendo: Floresta Primária, estrutura florestal que não sofreu influência direta ou indiretamente pelo ser humano; Floresta Secundária, resultante da regeneração da cobertura vegetal decorrente de ação antrópica; Solo Exposto, áreas que não possuem nenhuma cobertura vegetal, podendo ser natural ou artificial; Corpo d'água, são “cursos de águas naturais, lagos, reservatórios ou oceanos no qual a água residuária, tratada ou não, é lançada” e; Pastagem, áreas cobertas por vegetação natural ou semeada, introduzida e adaptada, utilizada para o pastoreio dos animais.

Figura 5: Classificação do uso e cobertura da terra (PA) Caquetá 1997.



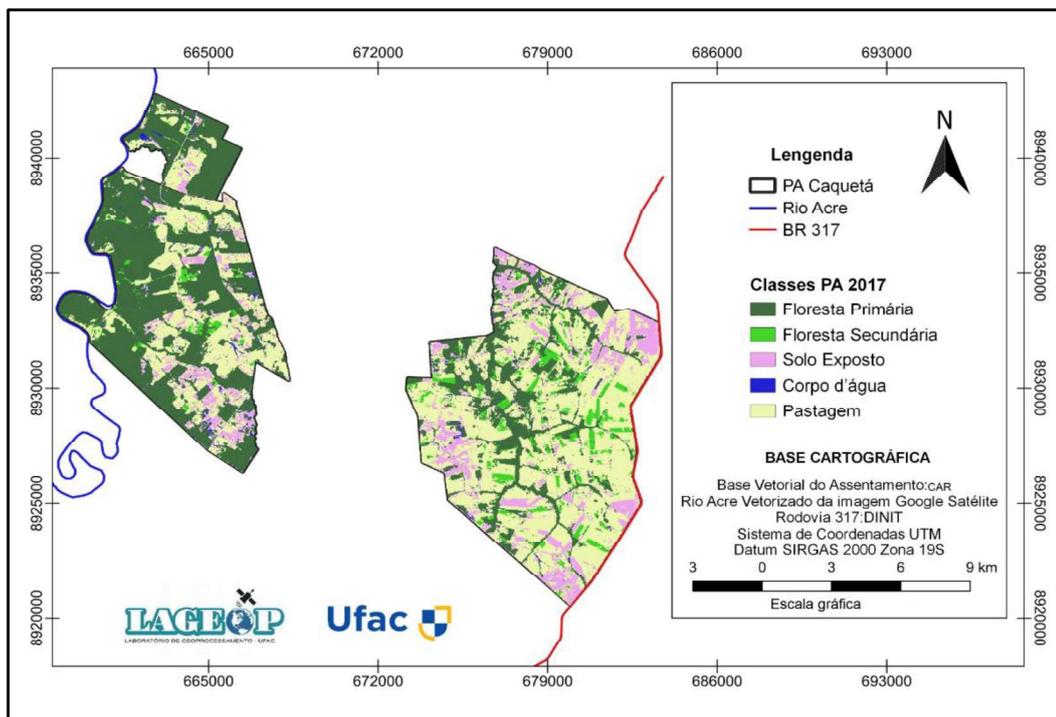
Fonte: Elaborado pelos autores, 2021.

Figura 6: Classificação do uso e cobertura da terra (PA) Caquetá 2007.



Fonte: Elaborado pelos autores, 2021.

Figura 7: Classificação do uso e cobertura da terra (PA) Caquetá 2017.



Fonte: Elaborado pelos autores, 2021.

As análises mostraram a ocorrência de transformações na paisagem decorrentes, sobretudo das atividades antrópicas. Em 1997, a área tinha uma cobertura florestal de aproximadamente 85,50% da área do assentamento. Neste período, havia pouca interferência humana no assentamento por se tratar do período de criação. A Tabela 3, destaca as mudanças de uso e cobertura da terra para o período analisado. Foi possível constatar uma redução da classe floresta nos primeiros 10 anos de aproximadamente 50%. A redução da cobertura florestal neste período está associada à construção de benfeitorias pelos proprietários (formação de pasto, agricultura e pomares e instalação de moradia). Nota-se, portanto, que esta diferença reduziu bastante nos últimos 10 anos, passando de 39,60% (2007) para 37,52% em (2017), representando aproximadamente 2% de redução.

Tabela 3: Classes do uso e cobertura da terra no PA Caquetá 1997, 2007 e 2017.

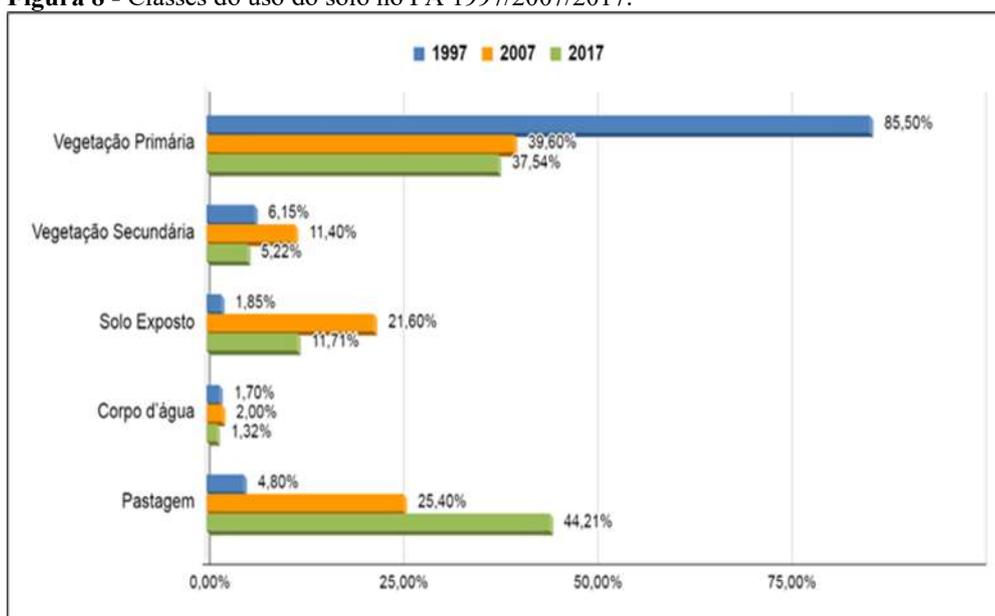
	Classes	1997/ha	1997	2007/ha	2007	2017/ha	2017
1	Floresta Primária	14.952,1 5	85,50%	6.922,69	39,60%	6.560,50	37,52%
2	Floresta Secundária	1.075,25	6,15%	2.008,85	11,40%	912,59	5,22%
3	Solo Exposto	309,25	1,85%	3.770,9	21,60%	2048,7	11,71%
4	Corpo d'água	305,33	1,70%	348,59	2,0%	232,34	1,32%
5	Pastagem	841,90	4,80%	4.432,85	25,40%	7.729,75	44,21%
	Total	17.483,8 8	100%	17.483,8 8	100%	17.483,8 8	100%

Fonte: Elaborado pelos autores, 2021.

Com relação à classe de floresta secundária, diferentemente da área de floresta primária, ela apresentou um aumento de aproximadamente 5%, passando de 6,15% (1997) para 11,40% (2007), voltando a cair novamente em aproximadamente 5% em 2017. Estes valores demonstram o uso de pousio da terra para exploração agrícola, onde o agricultor deixa a terra formar capoeira para recuperar o solo, voltando a produzir na mesma área após determinado período. O solo exposto apresentou um aumento de aproximadamente 20% nos primeiros 10 anos, isto pode ser decorrente tanto da limpeza de área de floresta primária como de área de capoeira para atividades agropecuária.

De 2007 para 2017, houve uma redução desta área de solo exposto indo de 21,60% para 11,71%, representando uma diferença de 14%. Esta diferença pode estar associada ao tipo de atividade agrícola instalada na área de solo exposto, uma vez que após 10 anos a vegetação saudável ou fotossinteticamente ativa reflete mais energia na faixa espectral do infravermelho próximo diferenciando-se assim de solo exposto. A classe Corpo d'água manteve-se relativamente igual no período analisado apresentando apenas uma pequena variação, que pode estar associada a uma confusão espectral, tendo talvez que aumentar o número de amostras coletadas para o processo de classificação. A única classe que manteve um aumento constante no período de 20 anos foi a área de pastagem indo de 4,8% para 25,40% (1997 – 2007) e de 25,40% para 44,21% (2007 – 2017). Isto destaca o interesse por parte das famílias que ali vivem pela atividade pecuária, na qual consideram a criação de gado como uma poupança. A Figura 6 mostra a distribuição das classes encontradas para os anos de 1997,2007 e 2017.

Figura 8 - Classes do uso do solo no PA 1997/2007/2017.



Fonte: Elaborado pelos autores, 2021.

Avaliação da classificação

Nessa etapa houve a geração da matriz de confusão, por meio da correlação existente entre as amostras obtidas para cálculo da verdade terrestre e para a imagem classificada (Celinski, 2008), conforme demonstram as Tabelas 4, 5, 6. Os dados de referência, tidos como verdade terrestre, estão representados pelas colunas. Estes dados foram correlacionados com os dados classificados representados nas linhas e nas diagonais, representam os acertos da classificação (Mascaro e Ferreira, 2003).

Para o ano de 1997 houve confusão entre as classes floresta primária e corpo d'água, pois dos 99 pixels tidos como verdade terrestre 2 foram classificados na classe corpo d'água. Já na classe pastagem, dos 155 pixels 3 foram classificados com solo exposto e 1, como floresta secundária. No ano de 2007 houve confusão entre as classes solo exposto e corpo d'água, pois dos 128 pixels de referência tidos como verdade 2 foram classificados como corpo d'água. Em 2017, houve confusão entre as classes solo exposto e pastagem, dos 48 pixels tidos como referência solo exposto 1 foi classificado como pastagem.

Tabela 4: Matriz de confusão 1997.

Classificação	Verdade Terrestre							Erro de Inclusão
	Classes	Floresta Primária	Floresta Secundária	Solo Exposto	Corpo d'água	Pastagem	Acerto Usuário	
Floresta Primária	97	0	0	0	0	0	100	0
Floresta Secundária	0	18	0	0	0	1	94,7	5,3
Solo Exposto	0	0	39	0	3	0	92,8	7,2
Corpo d'água	2	0	0	4	0	0	66,6	33,4
Pastagem	0	0	0	0	151	0	100	0
Acerto	99,9	100	100	100	100	97		
Erro de omissão	2,1	0	0	0	0	2,6		
Acurácia global	98,0%							

Fonte: Elaborado pelos autores, 2021.

Tabela 5: Matriz de Confusão 2007.

Classificação	Verdade Terrestre							Erro de inclusão
	Classes	Floresta Primária	Floresta Secundária	Solo Exposto	Corpo d'água	Pastagem	Acerto usuário	
Floresta Primária	15	0	0	0	0	0	100	0
Floresta Secundária	0	53	0	0	0	0	100	0
Solo Exposto	0	0	126	0	0	0	100	0
Corpo d'água	0	0	2	7	0	0	77,7	22,3
Pastagem	0	0	0	0	66	0	100	0
Acerto	100	100	98,4	100	100	100		
Erro de omissão	0	0	1,6	0	0	0		
Acurácia global	99,2%							

Fonte: Elaborado pelos autores, 2021.

Tabela 6: Matriz de confusão 2017.

Classificação	Verdade Terrestre							Erro de inclusão
	Classes	Floresta Primária	Floresta Secundária	Solo Exposto	Corpo d'água	Pastagem	Acerto usuário	
Floresta Primária	13	0	0	0	0	0	100	0
Floresta Secundária	0	9	0	0	0	0	100	0
Solo Exposto	0	0	47	0	0	0	100	0
Corpo d'água	0	0	0	38	0	0	100	0
Pastagem	0	0	1	0	0	175	99,4	0,60
Acerto	100	100	97,9	100	100	100		
Erro de Omissão	0	0	2,1	0	0	0		
Acurácia global	99,6%							

Fonte: Elaborado pelos autores, 2021.

Além de gerar a correlação de dados através da matriz de confusão, também foi calculado o Índice Kappa. Este índice expressa o grau de concordância entre a verdade terrestre e a classificação (Prina & Trentin, 2015). O índice apresentou um resultado 0,97%, resultado considerado excelente segundo o agrupamento qualitativo do coeficiente proposto por Landis e Koch (1977), e uma Acurácia Global de 0,98%. A Tabela 7 demonstra o coeficiente Kappa

entre a verdade terrestre e a classificação. Entre as classes analisadas, os corpos d'água foram os que apresentaram menores valores em 1997 e 2007, ficando abaixo de 90%.

Tabela 7: Índice Kappa para os anos 1997, 2007 e 2017.

Índice Kappa			
Classes	1997	2007	2017
Floresta Primária	1	1	1
Floresta Secundária	0.94	1	1
Solo Exposto	0.91	1	1
Corpo d'água	0.66	0.77	1
Pastagem	1	1	0.98
Kappa Geral	0.97	0.98	0.99

Fonte: Elaborado pelos autores, 2021.

4 CONCLUSÃO

As técnicas de sensoriamento remoto se mostraram bastantes eficazes para se avaliar as mudanças no espaço temporal. Destaque pode ser dado a técnica de fusão de imagem que permitiu uma melhor identificação e distinção entre as classes através da melhoria da resolução espacial. Com isto, foi possível detectar e mensurar diferentes classes de uso do solo tais como: Floresta Primária, Floresta Secundária, Solo Exposto, Corpo d'água e Pastagem. Sendo as maiores alterações identificadas nas classes de Floresta e Pastagem. Vale ressaltar que o objetivo do trabalho não se resume em transformar a ferramenta em fiscalização ou punição para as famílias que vivem na área de estudo, mas sim reafirmar que esta ferramenta pode ser utilizada para identificar áreas que necessitam incentivo para recuperação de áreas degradadas e reflorestamento, como por exemplo, a introdução de sistemas silvipastoril e agroflorestais como é o caso do PA Caquetá.

5 REFERÊNCIAS

BENVINDO, F. D, Rocha K S da. **Avaliação da Técnica de Fusão de Imagens do Satélite Lansat 8 sensor OLI com ORFEO Monteverdi**. Anais do Congresso Brasileiro de Agrometeorologia. Catalão- GO, 2019.DOI: 10.22533/at.ed.7512002041.

CARVALHO, A C, (2012) **Expansão da fronteira agropecuária e a dinâmica do desmatamento florestal na Amazônia Paraense**. Tese de Doutorado, Universidade Estadual de Campinas. Acesso em 10 de setembro de 2021. Disponível em: <http://repositorio.ufpa.br/jspui/handle/2011/10994>. Acesso em 21 de outubro de 2021.

CELINSKI, T. M. (2008) **Classificação de cobertura do solo utilizando árvores de decisão e sensoriamento remoto**. Tese de Doutorado, Universidade Estadual Paulista. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/101691>. Acesso em 21 de outubro de 2021.

DUARTE, M.L. et al. **Padrões e causas do desmatamento no Baixo Acre, região oeste da Amazônia brasileira**. Journal of Environmental Analysis and Progress v.05, n.01 (2020) p.117-127.<https://doi.org/10.24221/jeap.5.1.2020.2790.117-127>.

FARINA, F.C. **Abordagem sobre as técnicas de geoprocessamento aplicadas ao planejamento e gestão urbana**. Cad. EBAPE. BR, 4, 1-13, 2006. <https://doi.org/10.1590/S1679-39512006000400007>.

FLORENZANO, T. G. **Imagens de Satélites para Estudos Ambientais**. São Paulo. Oficina de textos. 2002.

GAIDA, W., et al. **Correção Atmosférica em Sensoriamento Remoto: Uma Revisão**. Revista Brasileira de Geografia Física v.13, n.01 229-248, 2020.DOI: <https://doi.org/10.26848/rbgf.v13.1.p229-248>.

GUIMARÃES, D. M. N. **Avaliação dos impactos do plano nacional de agroecologia e produção orgânica nos serviços de assistência técnica no âmbito da reforma agrária nos estados do Acre e Pará**. Dissertação de Mestrado Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2019.

JENSEN, J. **Sensoriamento Remoto do Ambiente: Uma Perspectiva em Recursos Terrestres**. Tradução: EPIPHANIO, J. C. N. (coordenador). São José dos Campos, SP: Parênteses editora, 598. (Prentice Hall Series in Geographic Information Science). Tradução de: Remote Sensing of the environment: an earth resources perspective, 2009.

LANDIS, J. R; KOCH, G, G. **The measurement of observer agreement for categorial data**. Biometrics, 33, 159- 154, 1997.

LEITE, E. F; ROSA, R. **Análise do uso, ocupação e cobertura da terra na bacia hidrográfica do rio formiga, Tocantins**. OBSERVATORIUM: Revista Eletrônica de Geografia, v.4, n.12, 90-106, 2012.

MASCARO, S. A de; FERREIRA, M. C. **Análise comparativa entre algoritmos de classificação digital de imagem com base na exatidão do mapeamento do uso e cobertura do solo: um exemplo na área de influência do reservatório de Jurumirim – SP**. Anais XI SBSR, Belo Horizonte, Brasil. 1365-1372, 2003.

NOGUEIRA, R. S da, ROCHA, K. S da. **Avaliação do Desempenho da Classificação do Uso e Cobertura da Terra a Partir de Imagens Landsat 8/OLI na Área de Proteção Ambiental – APA do Amapá, Rio Branco – AC – Brasil**. In: Franco, A, de Oliveira & Bento, V R. da S. (Org) Áreas Naturais Protegidas Brasileiras: Gestão, Desafio, Conflitos e Reflexões, 2020. DOI: <https://doi.org/10.29327/268458.4.2-9>.

PRINA, B. Z; TRENTI, R. **GMC: Geração de Matriz de Confusão a partir de uma classificação digital de imagem do ArcGIS.** Anais XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, João Pessoa-PB, Brasil, 2015.

PRODES - Programa de Cálculo do Desflorestamento da Amazônia. Índice de desmatamento no município porto Acre, 2020.

ROCHA, K. S da., *et al.* **Land tenure, road and deforestation patterns in southeast State of Acre – Brazil.** Anais XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, João Pessoa-PB, Brasil, 2015.

ROCHA. K. S da., *et al.* **Image processing and land-cover change analysis in the tri-national frontier of Madre de Dios (Peru), Acre (Brazil), and pando (Bolivia) -MAP: an increasing demand for data standardization.** In. XVI Simpósio Brasil. Sensoriamento Remoto - SBSR, Foz do Iguaçu, PR, Brasil, 2013.

SANCHES, I. D. A., *et al.* **Análise comparativa de três métodos de correção atmosférica de imagens Landsat 5 - TM para obtenção de reflectância de superfície e NDVI.** In. Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Curitiba, 2011.

XAUD, M. R; EPIPHANIO, J. C. N. **Análise da dinâmica das conversões de uso e cobertura da terra na região sudeste de Roraima - Amazônia.** Revista Agroambiente On-line, v. 9, n. 4, p. 465-475, 2015. DOI:10.18227/1982-8470ragro.v9i4.2453.