

DETECÇÃO DE ÁREAS DESMATADAS NA REGIÃO DO ALTO CURSO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO JUCU ENTRE 2007 E 2020 COM AUXÍLIO DE GEOTECNOLOGIAS

João Marcos Augusto Chipolesch¹; Andre Luiz Nascentes Coelho²

Resumo – Nos últimos anos, foi possível verificar no Brasil os altos índices de desmatamentos da vegetação da Mata Atlântica, tendo por consequência a substituição da floresta por outros usos relacionados à dinâmica da terra. O uso de geotecnologias e do sensoriamento remoto vem contribuindo para o diagnóstico e o monitoramento do uso e da cobertura da terra nos mais diversos biomas. A dinâmica na paisagem deve ser analisada observando elementos visíveis e invisíveis, e é nesse contexto que a utilização de imagens de satélites se insere. O artigo objetiva analisar a cobertura florestal entre o período de 2007 e 2020, do alto curso da Bacia Hidrográfica do Rio Jucu, utilizando a segmentação por regiões e classificação não supervisionada de imagens com algoritmo Isoseg.

Palavras-chaves: uso e cobertura da terra; desmatamento; sensoriamento remoto.

DETECTION OF DEFORESTED AREAS IN THE UPPER REACHES OF THE JUCU RIVER BASIN FROM 2007 TO 2020 USING GEOTECHNOLOGIES

Abstract – In the past few years, it has been possible to verify in Brazil the high rates of deforestation of the Atlantic Rainforest vegetation, which has resulted in the substitution of the forest for other uses related to the dynamics of the land. The use of geotechnologies and Remote Sensing has contributed to the diagnosis and monitoring of land use and land cover in the most diverse Biomes. We have to analyze the dynamics in the landscape through the observation of visible and invisible elements in which the use of satellite images is present. The article aims to analyze the forest cover between the period 2007 to 2020, of the upper course of the Jucu River Basin, using segmentation by regions and unsupervised classification of images with the Isoseg algorithm.

Keywords: land use and land cover; deforestation; remote sensing.

¹ Doutorando em Geografia, Pesquisador do Incaper, joao.chipolesch@incaper.es.gov.br

² Pós-Doutor em Geografia, Professor Associado da Ufes



INTRODUÇÃO

A Mata Atlântica brasileira está entre os principais *hotspots* de biodiversidade do planeta, apresentando áreas com alto grau de biodiversidade e endemismo (Rezende *et al.*, 2015; Ribeiro *et al.*, 2009; Teixeira *et al.*, 2009; Myers *et al.*, 2000). Abrangendo aproximadamente 15% do território nacional, em 17 estados, o bioma estende-se desde o Nordeste Oriental brasileiro até o Rio Grande do Sul, acompanhando paralelamente o litoral brasileiro. Além disso, abriga mais de 70% dos brasileiros e concentra 70% do produto interno bruto (PIB) nacional (Ross, 2006).

Em termos ecológicos, a floresta desempenha serviços essenciais, como abastecimento de água, regulação do clima, agricultura, pesca, energia elétrica e turismo. Segundo a Fundação SOS Mata Atlântica (2018), atualmente restam apenas 12,4% da floresta que existia originalmente, conferindo assim um alto índice de desmatamento ao longo de mais de 500 anos de história no país.

A Mata Atlântica sofreu e ainda sofre com a exploração desordenada de seus recursos, principalmente de origem

madeira, resultando em milhões de hectares (ha) de áreas desflorestadas (Myers *et al.*, 2000; Galindo-Leal; Câmara, 2003). O desmatamento resultou em extensas áreas de florestas primárias convertidas em outros usos da terra, como pastagens, cafeicultura, urbanização, silvicultura, entre outros.

Essa realidade pode ser observada no interior da maioria das bacias hidrográficas, em diferentes níveis de escalas, localizadas em áreas urbanas ou rurais. A harmonização de políticas urbanas e rurais produtivas com as de cunho ambiental ainda enfrenta uma série de obstáculos a fim de alcançar uma gestão alicerçada nos moldes da sustentabilidade.

A Bacia Hidrográfica do Rio Jucu compreende um desses ambientes em que a ação do homem sobre o meio tem promovido alterações significativas na paisagem de forma bastante degradante. Com 214.856,63 ha, está localizada, em sua totalidade, dentro do território capixaba, abrangendo os municípios de Domingos Martins, Marechal Floriano, Viana, Vila Velha, Cariacica e Guarapari, conforme a Figura 1 abaixo.

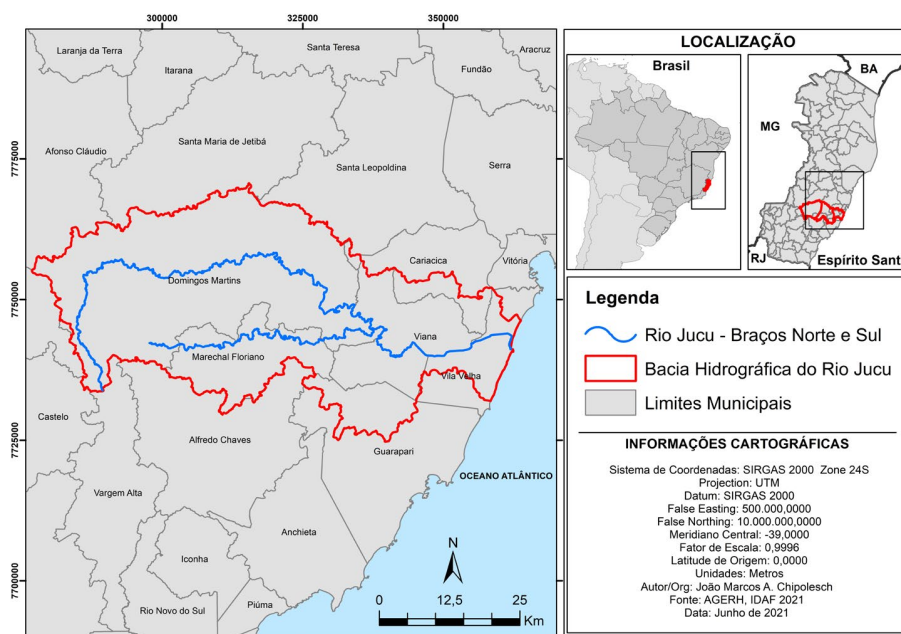


Figura 1 – Localização da Bacia Hidrográfica do Rio Jucu no Brasil, Espírito Santo e municípios pertencentes.



De acordo com Deina (2013), as formas de uso e ocupação da terra na bacia ora analisada estão associadas à agropecuária, cujas técnicas ainda são agressivas, como as práticas de queimadas para o preparo do solo e a retirada das matas ciliares e de fragmentos florestais.

Pautado na existência prévia de métodos de identificação e mapeamento de desmatamento, empregou-se neste trabalho as técnicas de sensoriamento remoto (SR), como subsídio ao conhecimento do comportamento da cobertura florestal na bacia do Rio Jucu, utilizando, para isso, imagens orbitais CBERS 4.

Traçou-se como objetivo geral a análise do comportamento da cobertura florestal na Bacia Hidrográfica do Rio Jucu por meio de geotecnologias, relacionando as áreas de desflorestamento com o uso e a cobertura da terra no intervalo entre 2007 e 2020. Para tanto, serão discutidos os resultados dos índices de desmatamento, o padrão desses desflorestamentos e como essa prática ocorre ao longo do alto curso da bacia. Dessa maneira, ao final do presente artigo espera-se responder às questões relacionadas ao encadeamento entre o processo de desmatamento e a dinâmica do uso da terra.

De igual modo, foi produzido um mapa de Kernel (mapa de calor) localizando onde estão os maiores focos de desmatamento na bacia. Por fim, os procedimentos executados serão analisados de maneira a mensurar a performance das imagens orbitais na identificação do desmatamento na bacia do Rio Jucu, compondo uma proposta metodológica de monitoramento sistemático do desmatamento aos órgãos ambientais fiscalizadores.

No intuito de obter as melhores análises de acordo com os arranjos e peculiaridades das áreas, optou-se, nesse sentido, por delimitar a Bacia Hidrográfica do Rio Jucu em três trechos: alto, médio e baixo. Essa divisão foi realizada a partir dos limites entre as cotas altimétricas, arranjo estrutural e divisores topográficos.

Os limites utilizados para delimitação do alto curso foram os intervalos observados no mapa de hipsometria, no qual as cotas de 250 m a 1 mil m de altitude correspondem ao médio curso e as de valores superiores a 1 mil m demarcam o alto curso do Rio Jucu. Ressalta-se

que essa delimitação não possuiu nenhum referencial mais exato de demarcação, pois não constitui objeto primordial da pesquisa.

As informações contidas no mapeamento sistemático (Iema, 2012/2015), referente ao uso e cobertura da terra, caracterizam e quantificam a bacia quanto aos seus principais usos. De forma geral, a unidade de planejamento possui uma quantia significativa de vegetação nativa expressa por mais de 70 mil ha, que por sua vez garante a qualidade de outros recursos naturais como do ar, das águas subterrâneas e dos solos.

Entretanto, a predominância de cobertura florestal na bacia não esconde um problema recorrente em outras bacias hidrográficas, qual seja, a conversão para outros usos, que na maioria das vezes se traduzem em degradação ambiental.

Seguindo essa linha de pensamento, as classes: pastagens, área edificada e usos diversos representam uma parcela importante da área total da bacia, o que pode estar diretamente relacionado aos processos de retirada da vegetação nativa, e, por conseguinte, trazer inúmeros prejuízos à área.

A prática de atividades associadas à agropecuária, por sua vez, também é expressiva na bacia do Rio Jucu. Com aproximadamente 27 mil ha, os cultivos agrícolas consolidam os municípios de Domingos Martins e Marechal Floriano como referência nessas atividades. Além disso, florestas plantadas de eucalipto, seringueiras e pinus também representam áreas significativas ao longo desses municípios.

As áreas edificadas respondem por mais de 17 mil ha, prevalecendo nos municípios pertencentes à região Metropolitana da Grande Vitória, com quase totalidade no baixo curso do Rio Jucu, entre os municípios de Vila Velha, Cariacica e Viana. De modo geral, a bacia possui certa diversificação quanto à dinâmica do uso da terra, tendo como desafio o aumento da cobertura florestal nos municípios da Grande Vitória e o fortalecimento de ações que garantam a desejada sustentabilidade.

Superar esse desafio requer compreender que o modelo de uso e cobertura da terra pode ser um fator determinante na relação da dinâmica socioeconômica e ambiental, bem como na utilização dos recursos naturais



na bacia. Daí, ratifica-se novamente a importância da pesquisa em analisar a cobertura florestal nativa no interior dessas unidades de planejamento.

METODOLOGIA

O planejamento e a execução da presente pesquisa são partes integrantes de um processo de sistematização que compreenderam duas etapas de trabalho de gabinete. Na primeira etapa, o objetivo foi estabelecer uma base conceitual sólida que promovesse suporte às ulteriores análises e discussões dos resultados. Para isso, foram consultados diversos materiais, como livros, dissertações, teses, artigos científicos e inúmeros trabalhos relacionados ao tema. A segunda etapa pautou-se no processamento digital de imagens e dados vetoriais. Inicialmente foi realizada a seleção da máscara de referência de cobertura vegetal sobre o mapeamento lema (2007/2008) de uso e cobertura da terra. Em seguida, foram realizados os procedimentos de recorte espacial para dentro da bacia do Rio Jucu e separação das classes em: mata nativa, restinga e manguezal, compondo a máscara de cobertura vegetal nativa. Para tanto, utilizou-se o *software* Qgis, versão 3.16 Hannover, de caráter gratuito e disponível no endereço eletrônico https://qgis.org/pt_BR/site/.

De acordo com a Biblioteca de Classes do Mapeamento Temático do Espírito Santo, a classe mata nativa corresponde às fisionomias de vegetação característica de Mata Atlântica. Essa classe pode estar intacta ou ter sofrido a ação humana (antropizada), sendo caracterizada por estágio sucessional médio e avançado de regeneração.

A etapa de obtenção das cenas orientou-se na melhor escolha, tendo como premissa a estabilidade das condições atmosféricas sem a ocorrência de nuvens na área de estudo. As imagens foram reprojatadas para o sistema de coordenadas planas Universal Transversa de Mercator (UTM), Datum Sirgas 2000, Zona 24 Sul. É necessário avisar que, em razão de uma única cena não abarcar a totalidade da área de estudo, foi realizado no Qgis o processo de junção das imagens, também denominado mosaicagem.

Visando resguardar os objetivos da pesquisa e das discussões, a composição das imagens escolhida foi a falsa cor vermelha, em que as bandas 4 (infravermelho), 3 (vermelho) e 2 (verde) foram alocadas nos canais 1, 2 e 3, respectivamente. O resultado é uma imagem que visualmente realça a vegetação e os alvos com alteração na reflectância, como o solo exposto e a área urbanizada.

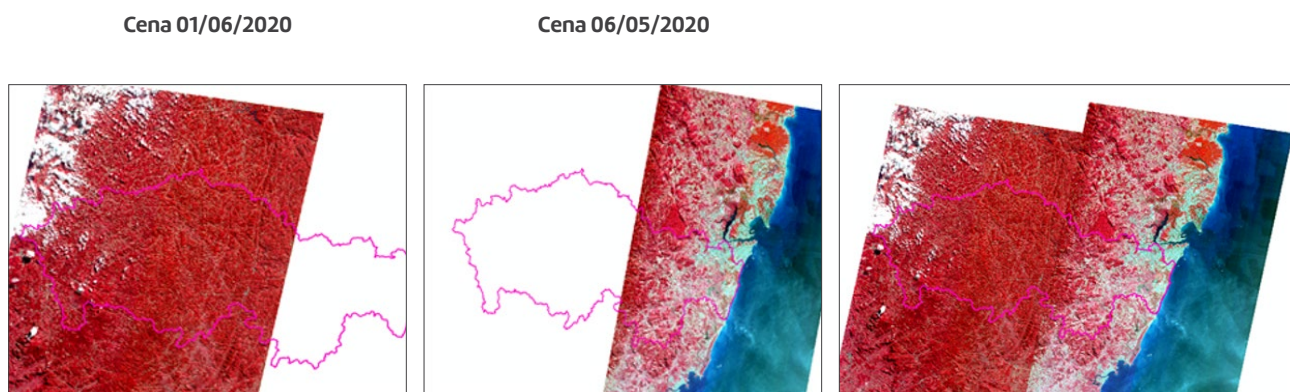


Figura 2 – Cenas das imagens CBERS4, órbita ponto 149/123, composição falsa cor vermelha bandas 4-3-2.

Após o processo de mosaicagem das imagens CBERS4, procedeu-se à técnica de fusão de bandas que, de acordo com Fonseca (2000), pode ser utilizada com intuito de

melhorar a resolução espacial. A banda 1 é denominada pancromática, com cinco metros de resolução espacial, ao passo que as bandas 2, 3 e 4 são multiespectrais e

possuem dez metros de resolução espacial. A técnica utilizada foi a do método *pansharpening*, que produz resultados superiores em relação aos demais métodos, por preservar as características espectrais da imagem, uma vez que o seu algoritmo procura preservar o conteúdo espectral da cena (cor da imagem). A média, o desvio padrão e o formato do histograma para cada canal são aproximadamente preservados, ou seja, os valores estatísticos são mantidos no resultado final (Leonardi *et al.*, 2009).

Novamente o aplicativo utilizado foi o Qgis, mediante os algoritmos GRASS *r.composite*, para a composição de bandas, e GDAL *pansharpening*, para a fusão das bandas.

Posterior à etapa de pré-processamento, o passo seguinte foi o recorte dos polígonos da classe de mata nativa (Iema, 2007/2008) sobrepostos nas imagens CBERS4, resultando assim em outra imagem, que contém apenas as áreas de vegetação nativa, como mostra a Figura 3.

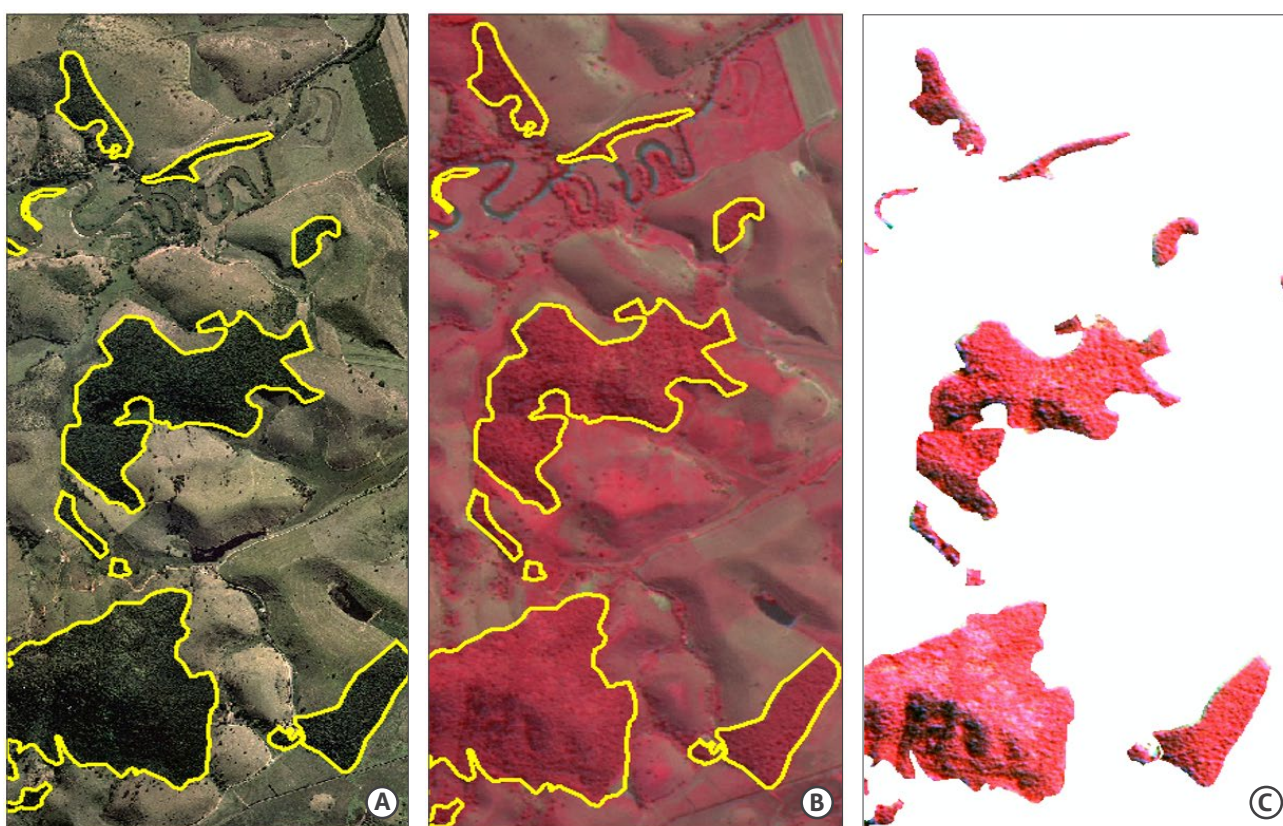


Figura 3 – Polígonos de mata nativa sobrepostos: (a) ortofoto de origem, (b) imagem CBERS4 e (c) imagem CBERS4 classe mata nativa.

Para a identificação das áreas desmatadas, foi utilizada a técnica de classificação automática, que, por sua vez, é dividida em duas fases: segmentação e classificação não supervisionadas por regiões. De acordo com Venturieri e Santos (1998), a operação de segmentação consiste em agrupar *pixels* com características similares referentes a

tons e texturas, formando regiões homogêneas. Assim, a imagem é particionada em um conjunto de regiões correspondentes às feições da superfície terrestre, resultando então em um aspecto contínuo, em que cada área possui características espectrais bem diferentes das vizinhas que a circundam.



Corte *et al.* (2008) afirma que o processo de segmentação é essencialmente empírico, em geral, ajustável aos diferentes sensores, com limiares definidos face à complexidade dos alvos mapeados. Schoenmakers, Wilkinson e Schouten (1991) explicam que se os limiares forem muito baixos, o processo não atribuirá muitos *pixels* às classes. Por outro lado, se forem muito altos, os *pixels* representativos de diferentes classes serão incorretamente agrupados. Por essa razão, a imagem precisa ser avaliada para confirmar ou rejeitar os limiares adotados.

Nesta pesquisa, foram testados diferentes valores de áreas e similaridades no Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas (Spring). Para o limiar de similaridade, em que duas regiões são consideradas similares e então agrupadas, foi aplicado o valor de 20. Já para o segundo, que é o valor da área mínima dado em número de *pixels* para que uma região seja individualizada, aplicou-se 10.

Após a segmentação, as imagens foram então classificadas utilizando um algoritmo de classificação automática de imagens não supervisionado por regiões, o Iseseg. Este algoritmo de agrupamento de dados não supervisionado é aplicado sobre um conjunto de regiões, que, por sua vez, são caracterizadas por seus atributos

estatísticos de média, matriz de covariância e, também, pela área.

Nessa técnica, o classificador procura agrupar regiões a partir de uma medida de similaridade entre elas, que consiste no cálculo da distância entre a classe e as regiões candidatas a relação de pertinência com essa classe. Com vista a eliminar esse “favorecimento”, procede-se à “competição entre classes”, que consiste em reclassificar todas as regiões. O parâmetro estatístico (média de cada classe) é então recalculado e o processo se repete até que a média das classes não se altere (Inpe, 2021).

Na prática, o resultado desse processo de classificação é uma imagem com vários temas (polígonos com cores diferentes), na qual cada tema está relacionado às variações espectrais de apenas duas classes: floresta e não floresta, as quais foram criadas previamente na ferramenta “modelo de dados” do Spring.

Assim, a etapa seguinte, a de classificação, é o processo de mapeamento das classes, no qual os temas que correspondem às fisionomias de vegetação foram atribuídos à classe floresta e os temas que correspondem às áreas desmatadas foram atribuídas à classe não floresta. O resultado é um mapa com duas classes somente: floresta e não floresta (Figura 4).

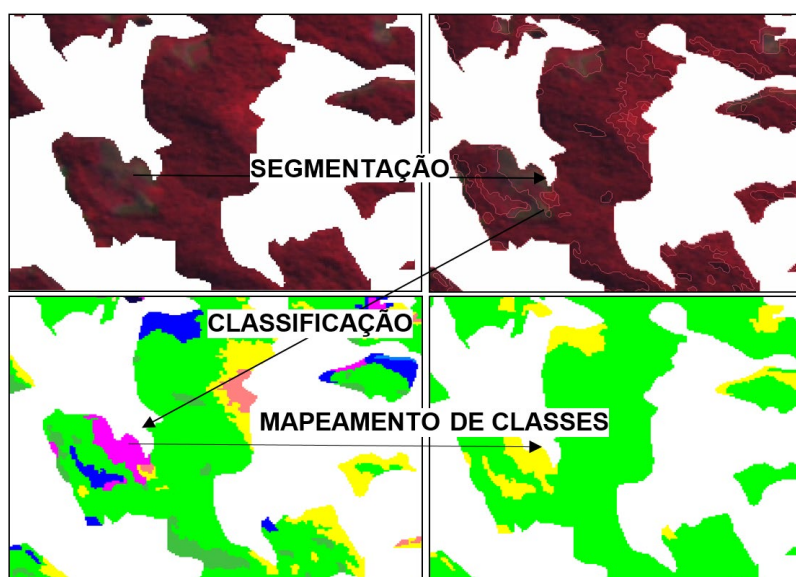


Figura 4 – Etapas do processamento digital de imagens no Spring.



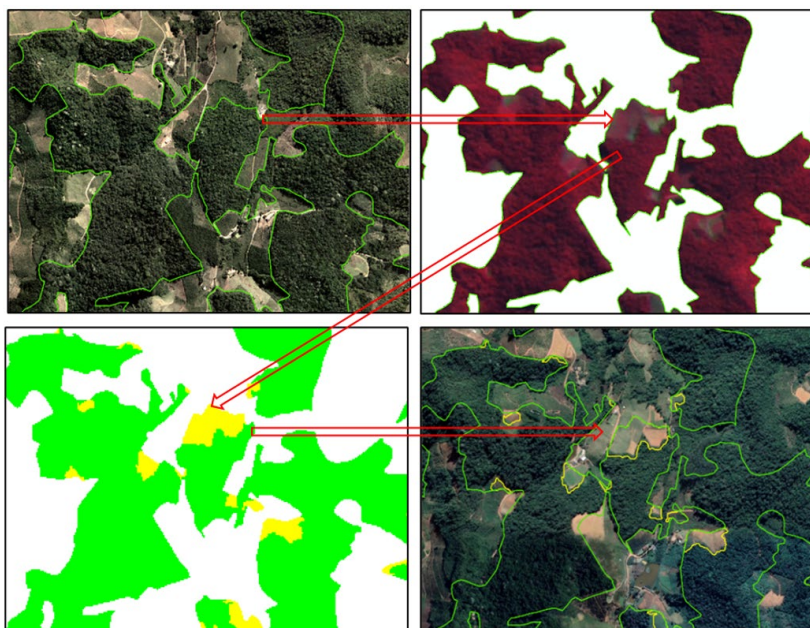


Figura 5 – Verificação dos polígonos de desmatamento sobre as imagens do Google Earth.

Realizados a classificação e o mapeamento de classes, procedeu-se a primeira das duas etapas de verificação dos polígonos de desmatamento e edição desses polígonos. Para isso, o mapa contendo as classes mapeadas foi sobreposto às imagens do Google Earth mediante *plugin QuickMapservice* no Qgis, no qual se concentra todo o banco de dados no ambiente do *software*.

Ao final dessa etapa, realizou-se a verificação em campo para validar o processo de mapeamento, uma vez que essa experiência traz confiabilidade aos estudos de dinâmica de uso e cobertura da terra, além de eliminar os possíveis erros ocorridos nas etapas anteriores.

A partir da obtenção dos polígonos de desmatamento, as densidades foram estimadas para a bacia do Rio Jucu aplicando o algoritmo do Qgis “Mapa de Calor”. Os polígonos foram convertidos em formato vetorial de pontos para que o algoritmo então realizasse o desenho circular ao redor de cada ponto, correspondendo ao raio de influência.

Posteriormente, foi aplicada uma função matemática de 1, na posição do ponto, e 0, na fronteira da vizinhança. O valor para a célula é a soma dos valores Kernel

sobrepostos, e divididos pela área de cada raio de pesquisa (Silverman, 1986).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os procedimentos técnicos e as discussões teóricas apresentadas nesta pesquisa foram pensados para quantificar as alterações da cobertura vegetal nativa no trecho mais elevado da Bacia Hidrográfica do Rio Jucu. O mapeamento do desmatamento na região do alto curso da bacia permite realizar uma avaliação sobre o padrão de transformação/conversão do uso da terra, avaliar tendências e projetar ações de monitoramento para a conservação dos recursos florestais na unidade de planejamento.

O alto curso do Rio Jucu abrange apenas dois municípios da bacia, Domingos Martins e Marechal Floriano, com destaque para localidades com características rurais. Apresenta uma extensão de 100.224,24 ha, contendo 32.976,95 ha de vegetação nativa, números muito significativos para a bacia. Os valores mostram que entre 2007 e 2020, o trecho apresentou uma área de 458,03 ha

desmatada. Em termos percentuais, a supressão da vegetação nativa significou 1,38% da área florestal.

A Figura 6 contém o gráfico de distribuição das áreas totais dos 432 fragmentos nos quais ocorreu a supressão florestal. Desses, 145 (33,56%) correspondem a áreas inferiores a 10 ha (faixa 1), ao passo que 232 fragmentos (53,70%) referem-se a áreas entre 10 ha e 100 ha (faixa 2), e 55 (12,73%) acima de 100 ha (faixa 3).

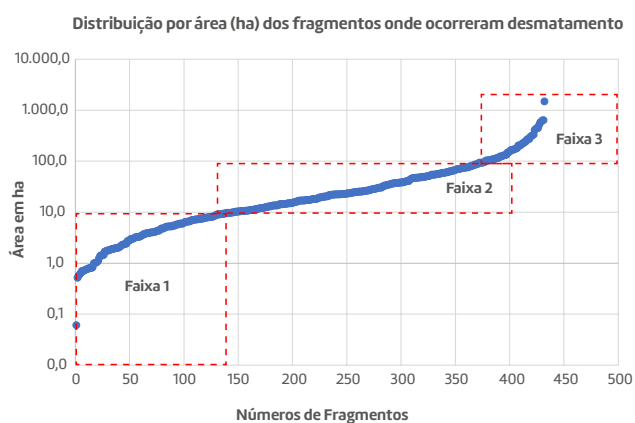


Figura 6 – Gráfico de distribuição dos fragmentos florestais onde ocorreu desmatamento no alto curso.

Percebe-se, para o alto curso, que o desmatamento ocorre predominantemente em fragmentos florestais entre 10 ha e 100 ha, seguido por valores significativos para a faixa 1 (0 ha a 10 ha) e poucos fragmentos acima de 100 ha correspondentes a faixa 3.

Conforme a Figura 7, que indica a distribuição da porcentagem do desmatamento em relação ao tamanho do fragmento na região do alto curso do Rio Jucu, o desmatamento está fortemente concentrado no intervalo entre 0% e 10%, sugerindo pequenas intervenções nos fragmentos florestais. No intervalo entre 10% e 99% foram observadas algumas ocorrências de desflorestamento, sendo mapeados 11 fragmentos completamente suprimidos para o trecho em destaque.

O comparativo entre a extensão dos fragmentos florestais com os números referentes à distribuição do percentual desmatado está evidenciado no gráfico da Figura 8, o qual demonstra a proporção real dos números do desmatamento no alto curso do Rio Jucu.

Distribuição do % de desmatamento em relação ao fragmento total

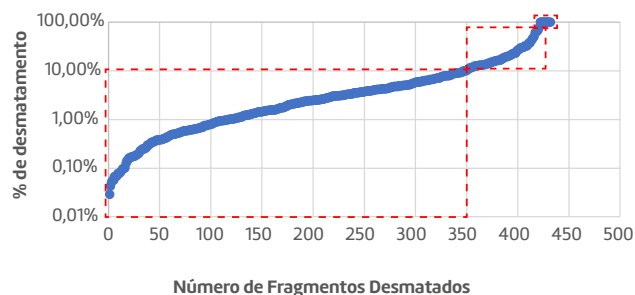


Figura 7 – Gráfico de distribuição do % desmatado em relação ao fragmento florestal, na região do alto curso do Rio Jucu.

Comparativo entre área dos fragmentos florestais x % desmatado em relação ao fragmento

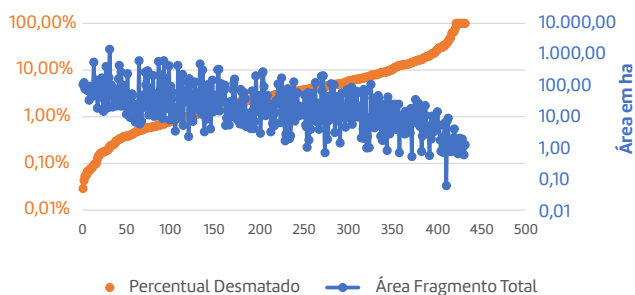


Figura 8 – Gráfico comparativo entre a área do fragmento florestal x % desmatado em relação ao fragmento.

Na região do alto curso do Rio Jucu, a maior parte do desmatamento (229,40 ha) está concentrada em fragmentos florestais entre 10 ha e 100 ha (faixa 2), o que reflete um padrão para o trecho, ou seja, pouco mais da metade da supressão florestal ocorre em fragmentos médios. Observa-se ainda que o tamanho médio das áreas desmatadas nesses fragmentos é de 0,537 ha.

Já para a faixa 3 ou fragmentos superiores a 100 ha, observa-se 150,75 ha, o que corresponde a 32,91% do total desmatado, caracterizando, assim, valores intermediários para o trecho. A média das áreas desflorestadas é de 0,532 ha nesses grandes fragmentos. Em fragmentos florestais menores que 10 ha (faixa 1) foram registrados os menores índices de desmatamento, com 77,88 ha, representando 16,48% em relação ao total desmatado.



Tabela 1 – Diagnóstico do desmatamento no alto curso do Rio Jucu

	Faixa 1 0 ha a 10 ha	Faixa 2 10 ha a 100 ha	Faixa 3 Acima de 100 ha
Área desmatada (ha)	77,883	229,40	150,75
Média da área desmatada (ha)	0,472	0,537	0,532
Desmatamento em relação à área desmatada (%)	16,48	50,61	32,91
Desmatamento em relação à área total dos fragmentos (%)	0,34	1,02	0,66

No alto curso, os fragmentos entre 10 ha e 100 ha correspondem a mais de 50% do total e, ao mesmo tempo, são nessas áreas que estão concentrados os focos de desmatamento. Nesse sentido, para a região estabelece-se um modelo em que a supressão florestal ocorre em fragmentos médios com pequenas áreas desmatadas, conforme a Tabela 1, acima apresentada.

Uma característica observada pelo mapeamento é o padrão espacial das áreas desmatadas. O desmatamento ocorre com maior frequência às margens dos fragmentos florestais, de forma difusa e gradativa. Em outras palavras, a retirada da vegetação se inicia pelas bordas dos fragmentos com pequenas áreas desmatadas, como forma de expansão de culturas e atividades agrícolas na região.

Esse entendimento foi reforçado pelo trabalho de campo e as imagens da Figura 9 auxiliam na convergência entre os elementos encontrados no mapeamento com a realidade observada. As verificações *in loco* na região do alto curso mostraram que em todas as áreas houve a substituição da mata nativa para usos agrícolas diversos.

Face ao exposto, as discussões seguintes serão realizadas no âmbito do alto curso da Bacia Hidrográfica do Rio Jucu, com auxílio de mapa de calor (Kernel), em que serão cartografadas e identificadas as localidades com maior ocorrência de desmatamento ao longo de toda área em estudo. Com isso, espera-se que se possa produzir um mapa de concentração dos focos de desmatamento e associá-lo ou não aos fatores fisiográficos da bacia.



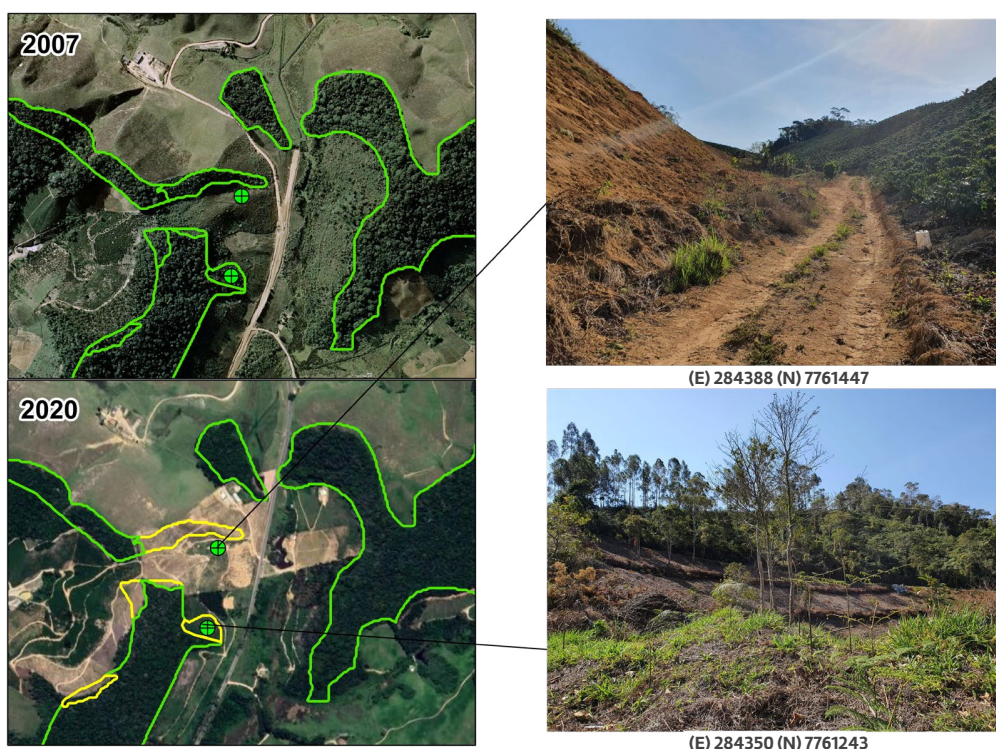


Figura 9 – Registro de campo em área desmatada, com destaque para insumos agrícolas encontrados no local.

Pelo mapa apresentado na Figura 10, é possível observar que o desmatamento é preponderante no alto curso do Rio Jucu, no município de Domingos Martins, nas seguintes comunidades rurais: Tijuco Preto, Alto Tijuco Preto, Barra do Tijuco Preto, Bringe, Schnanz, Alto Rio Pontes, Rio Ponte, Alto Penas, Pena, Melgaço, Alto Melgaço, Zibel, Vitalino Kalk, Pagung, Melgacinho, Califórnia, Buller Jan, Galo, Alto Galo, Chapéu e Lampier. Vale ressaltar que essas comunidades possuem vocação e potencial para atividades agrícolas.

De acordo com a Figura 11, é possível constatar o aumento, entre o período de 2007 e 2020, de classes, como cultivo agrícola de banana, outros³, reflorestamento de eucalipto e solo exposto. Ao mesmo tempo, verificou-se uma diminuição dos fragmentos de mata nativa em estágio inicial de regeneração ao longo das comunidades mais afetadas pelo desmatamento.

³ De acordo com a biblioteca de classe dos mapeamentos (Iema, 2007/2008; IJSN, 2019/2020), usos, como pomar, área de pousio, linha de transmissão, areia, e campo de futebol foram englobados na classe outros.

Diante disso, tendo como parâmetro a comparação entre os dados referente ao mapeamento da cobertura vegetal e uso da terra Iema (2007/2008) e IJSN (2019/2020), é possível constatar que a retirada da vegetação está associada à expansão de novas áreas agrícolas e silvicultura.

Outro elemento que merece destaque é o crescimento de áreas com solo exposto. Tal classe pressupõe a preparação da terra visando o plantio ou colheita de café, pastagem, outros cultivos agrícolas e silvicultura. Dessa maneira, é possível afirmar que há um padrão na conversão do uso do solo que compreende a substituição da vegetação nativa por atividades agropecuárias.

Deteccção de áreas desmatadas na região do alto curso da Bacia Hidrográfica do Rio Jucu entre 2007 e 2020 com auxílio de geotecnologias

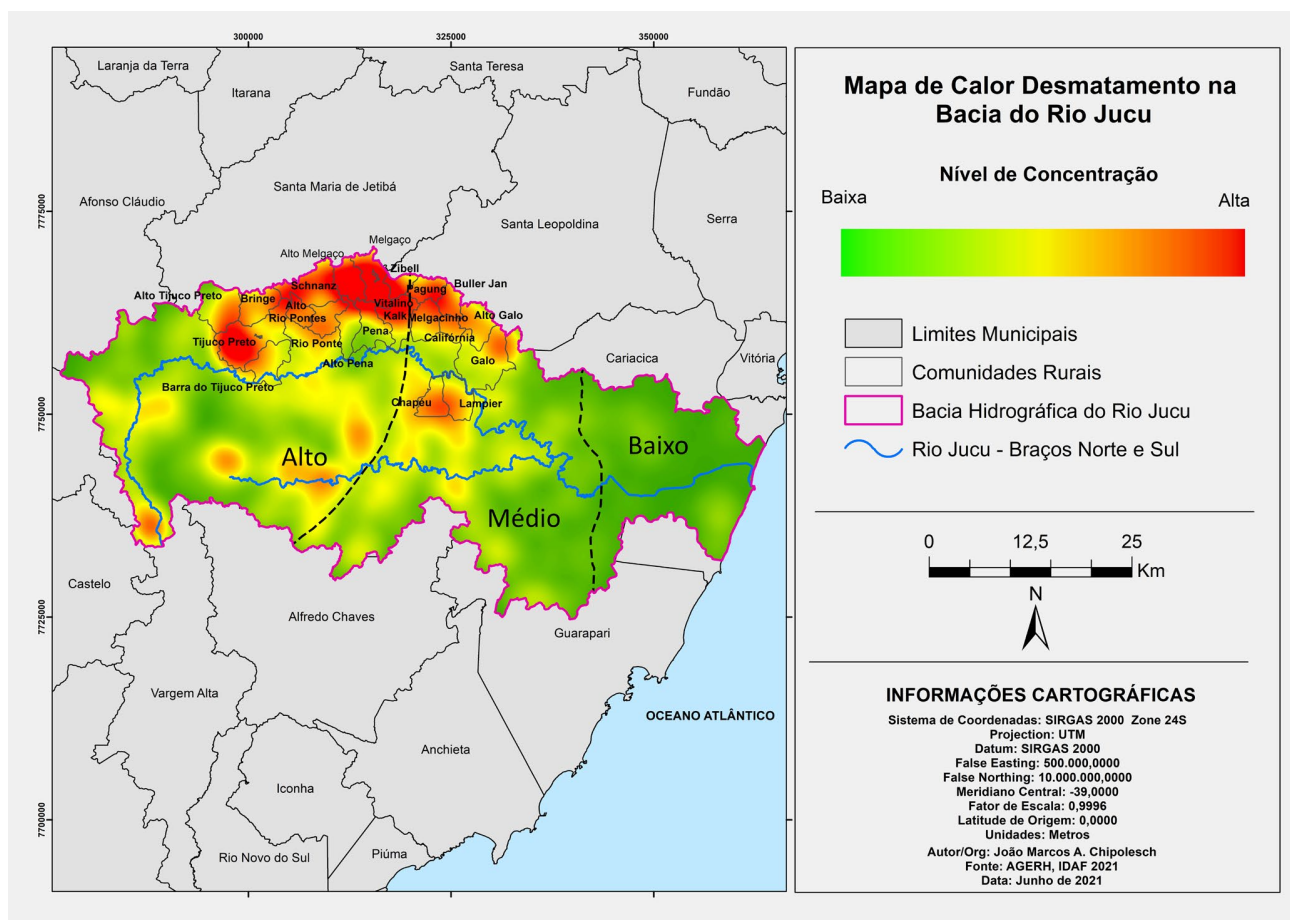


Figura 10 – Mapa de calor (Kernel) do desmatamento na bacia do Rio Jucu entre 2007 e 2020.

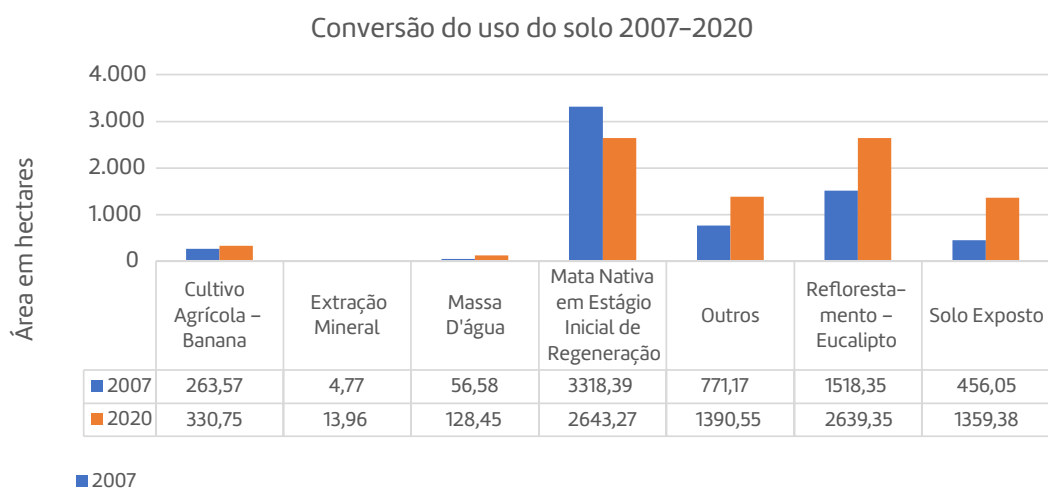


Figura 11 – Comparação entre os mapeamentos 2007/2008 e 2019/2020 nas comunidades com alta concentração de desmatamento.



CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os valores registrados para o alto curso do Rio Jucu são significativos, sendo verificados 458,03 ha de floresta perdida para o trecho entre 2007 e 2020. A aferição dos valores aponta para a quase totalidade de expansão de áreas de cultivos agrícolas em detrimento à vegetação nativa de Mata Atlântica.

Foi possível destacar que o padrão espacial do desmatamento na região é um elemento significativo para sua compreensão, pois a retirada da vegetação ocorre de forma difusa e gradativa, iniciando a degradação da floresta pelas bordas dos fragmentos, em pequenas áreas, como tentativa de fugir dos agentes fiscalizadores.

Cartografou-se, portanto, os *hotspots* (pontos quentes) referentes ao desmatamento revelando os locais onde esses processos foram mais intensos. Concomitantemente, a utilização do conceito de paisagem permitiu identificar e setorizar a bacia em paisagens distintas, nas quais o padrão de conversão de áreas florestais ocorre de maneira diferente.

A presente pesquisa estabeleceu, assim, uma proposta de rotina de monitoramento dos recursos florestais, utilizando as imagens orbitais CBERS4 e *softwares* gratuitos, que poderá servir de piloto para o Instituto de Defesa Agropecuária e Florestal do Espírito Santo (Idaf) no âmbito das suas atribuições fiscalizatórias.

Os resultados e conclusões ora apresentados buscam contribuir para um debate que reorienta o modelo predatório verificado no bioma Mata Atlântica, visando a qualificação dos instrumentos de ordenamento do uso do solo e da formulação de políticas públicas, bem como outros trabalhos de ordem acadêmica na busca pela construção de modelos mais sustentáveis de desenvolvimento.

CONTRIBUIÇÃO DOS AUTORES

O autor João Marcos Augusto Chipolesch coletou dados de campo, escreveu e revisou o artigo, além de ter realizado as análises estatísticas dos dados coletados e produzidos.

O autor André Luiz Nascentes Coelho orientou o presente artigo, supervisionou todos os direcionamentos e revisou todo o texto depois de finalizado.

CONFLITO DE INTERESSES

Os autores declaram não haver conflito de interesses.

AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper) por ser o meu lugar de trabalho e por proporcionar as condições de desenvolvimento profissional e à revista *Incaper em Revista* por oportunizar a transferência de conhecimento, garantindo o acesso de todos aos mais diversos temas.

REFERÊNCIAS

- CÂMARA, G.; SOUZA, R. C. M.; FREITAS, U. M.; GARRIDO, J. Spring: Integrating remote sensing and GIS by object-oriented data modelling. *Computers & Graphics*, v. 20, n. 3, p. 395–403, 2013.
- CORTE, A. P. D. et al. Testes de limiares para a segmentação de imagens spot-5 visando a detecção de plantios florestais. *Rev. Acad. Ciênc. Agrár. Ambient*, Curitiba, v. 6, n. 2, p. 249–257, jun. 2008.
- DEINA, M. A. **Alterações hidrogeomorfológicas no baixo curso do rio Jucu (es)**. 2013. 187 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2013.
- FONSECA, L. M. G. **Processamento digital de imagens**. São José dos Campos, SP: Inpe, 2000. 105 p.
- FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA. **Atlas dos Remanescentes Florestais da Mata Atlântica 2018**. São José dos Campos, SP: Inpe, 2018.
- GALINDO-LEAL, C.; CÂMARA, I. G. **The Atlantic Forest of South America: Biodiversity Status, Threats and Outlook**. Washington, DC: Island Press, 2003.
- IEMA – Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos. **Ortofotomosaico 2007–2008 do território do Estado do Espírito Santo em escala 1:15.000**. Cariacica, ES: Iema, 2007/2008.

