



GOVERNO DO ESTADO DO PARÁ
Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Sustentabilidade - SEMAS/PA
Gabinete do Secretário. - GABSEC

Nota Técnica

NT Nº: 27075/CFISC/2021

INFORMAÇÕES GERAIS DO PROTOCOLO

Protocolo

- Número: *Sem número de Protocolo*

- Data Protocolo: *Sem data de Protocolo*

Empreendimento

- Nome / Razão Social / Denominação: SECRETARIA DE ESTADO DE MEIO AMBIENTE E SUSTENTABILIDADE - SEMAS

Assunto

- Ferramentas de análise utilizadas no CIMAM

Ferramentas de análise do desmatamento e definição de áreas prioritárias para as ações de fiscalização da SEMAS

Nota Técnica segue em anexo, contendo 17 páginas.

Belém, 11/06/2021.

Cecília Hernandez Ochoa Coutinho
Comitê de Monitoramento e Planejamento
Estratégico para Fiscalização

Hellem Cristina Teixeira Rodrigues
Comitê de Monitoramento e Planejamento
Estratégico para Fiscalização

Jakeline da Silva Viana
Comitê de Monitoramento e Planejamento
Estratégico para Fiscalização

NOTA TÉCNICA Nº 27075/CFISC/2021

ASSUNTO: Ferramentas de análise do desmatamento e definição de áreas prioritárias para as ações de fiscalização da SEMAS

1. INTRODUÇÃO

Em 2020, o Governo do Estado do Pará instituiu o Plano Estadual Amazônia Agora – PEAA (Decreto Estadual nº 941/2020), que tem como uma de suas diretrizes o planejamento e o monitoramento das ações governamentais emergenciais para o enfrentamento do desmatamento, incêndios florestais e ilícitos ambientais. Tais ações são desenvolvidas no âmbito da Força Estadual de Combate ao Desmatamento – FECD (Decreto Estadual nº 551/2020), e compõem o pilar de comando e controle do PEAA.

O planejamento das operações de fiscalização se baseiam, principalmente, nos dados oficiais de alertas de desmatamento gerados pelo Sistema DETER, do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE. Os dados do DETER são analisados semanalmente pelo Centro Integrado de Monitoramento Ambiental – CIMAM, da Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Sustentabilidade – SEMAS.

A metodologia de análise consiste em indicar as áreas com maiores índices de desmatamento, bem como a jurisdição da ocorrência do desmatamento (área estadual ou federal). As análises subsidiam a tomada de decisão quanto à definição das frentes de operações de fiscalização. Além disso, os dados do DETER, aliados às imagens de satélite e outros sistemas, são utilizados pelo CIMAM para dar suporte às equipes durante as ações de campo.

2. FERRAMENTAS PARA O MONITORAMENTO DO DESMATAMENTO

2.2. Sistema DETER

O DETER é um levantamento rápido de alertas de evidências de alteração da cobertura florestal na Amazônia, feita por interpretação visual de intérpretes do INPE, que disponibiliza dados quase em tempo real (dois dias de atraso, normalmente) de três

grandes classes e sete subclasses de uso para auxiliarem no planejamento das ações de fiscalização (Quadro 1). Usualmente, as rotas de operação de campo são traçadas pelas equipes considerando as subclasses iniciais de exploração da floresta (corte seletivo desordenado e degradação), junto às áreas classificadas com desmatamento, possibilitando identificar um padrão de expansão do desmatamento nessas áreas e agir sobre as mesmas.

Quadro 1 – Classes DETER.

Classe	Subclasse
DESMATAMENTO	Desmatamento com solo exposto
	Desmatamento com vegetação
	Mineração
DEGRADAÇÃO	Degradação
	Cicatriz de incêndio florestal
EXPLORAÇÃO MADEIREIRA	Corte Seletivo Tipo 1 (Desordenado)
	Corte Seletivo Tipo 2 (Geométrico)

Fonte: INPE, 2021.

O INPE fornece acesso exclusivo à SEMAS, onde os alertas do DETER são observados com maior antecedência e sem aplicação de filtros, o que vem priorizar o uso pelos órgãos de fiscalização, como a SEMAS-PA e IBAMA. Destaca-se que este CIMAM possui acesso à ferramenta (Figura 1), a qual é considerada fundamental para o planejamento das operações de fiscalização.

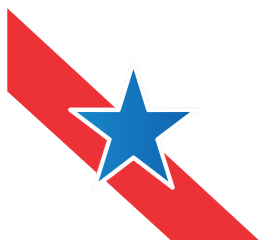
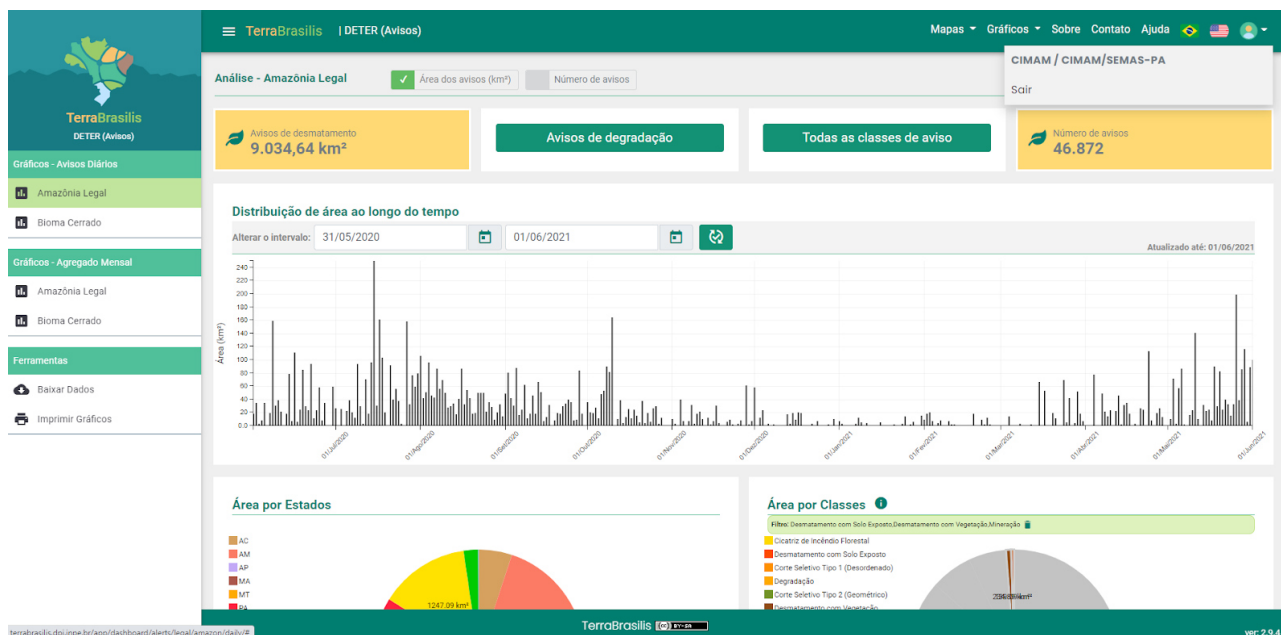


Figura 1 – Perfil do CIMAM na Plataforma terrabrasilis, com acesso aos dados do DETER.



2.3. Forest Monitor (DETER Intenso)

Com o propósito de gerar os alertas de alteração na cobertura florestal de forma mais célere para áreas consideradas críticas em termos de desmatamento, foi criada a versão complementar e aprimorada do sistema DETER, chamado de DETER Intenso, que dispõe da integração de Multi Sensores em uma única plataforma WebGIS denominada de **Forest Monitor**, que permite trabalho 100% em nuvem, sem a necessidade de download das imagens e/ou utilização de sistemas de informações geográficas específicos.

No estado do Pará, as áreas prioritárias são mapeadas pela SEMAS (aproximadamente 180.000 km²) e pelo IBAMA (Figuras 2 e 3). Atualmente, há 15 técnicos do CIMAM que realizam diariamente a identificação, mapeamento e classificação das alterações na cobertura florestal do estado. Ao detectar qualquer alteração na cobertura florestal a equipe de intérpretes do CIMAM encaminha as coordenadas

geográficas aos técnicos que estão em campo, com a indicação de possíveis alvos com atividade frequente, denominando-os como alvos prioritários de ação.

Figura 2 – Áreas prioritárias DETER Intenso.

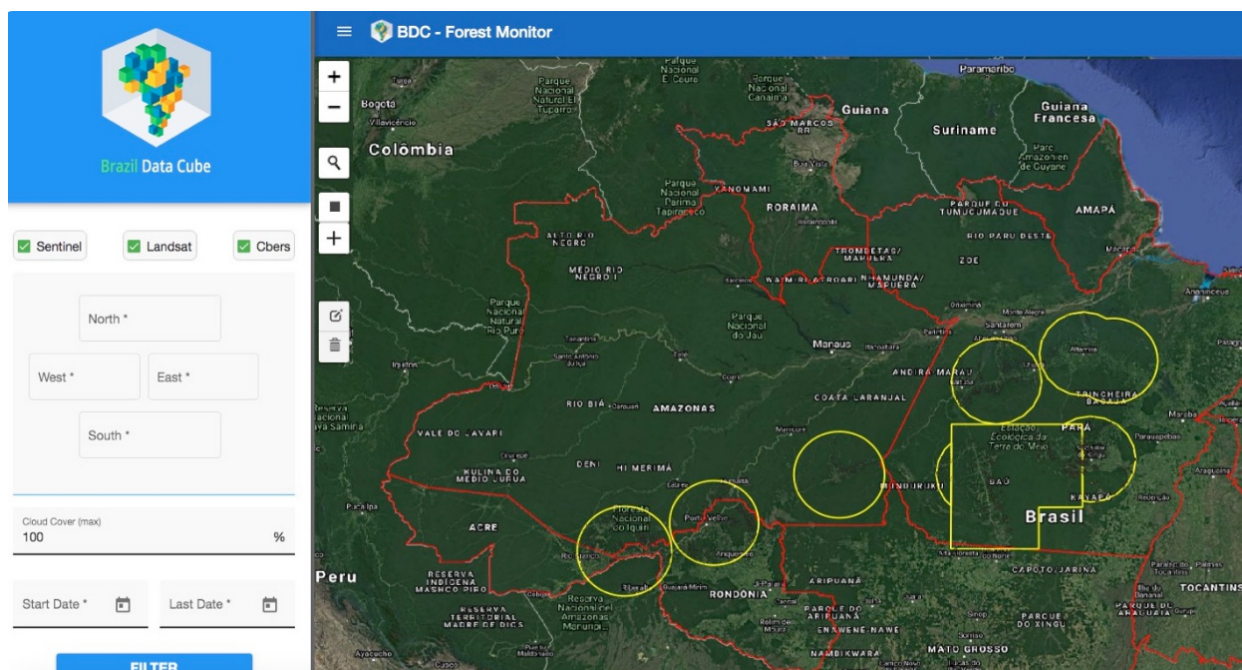
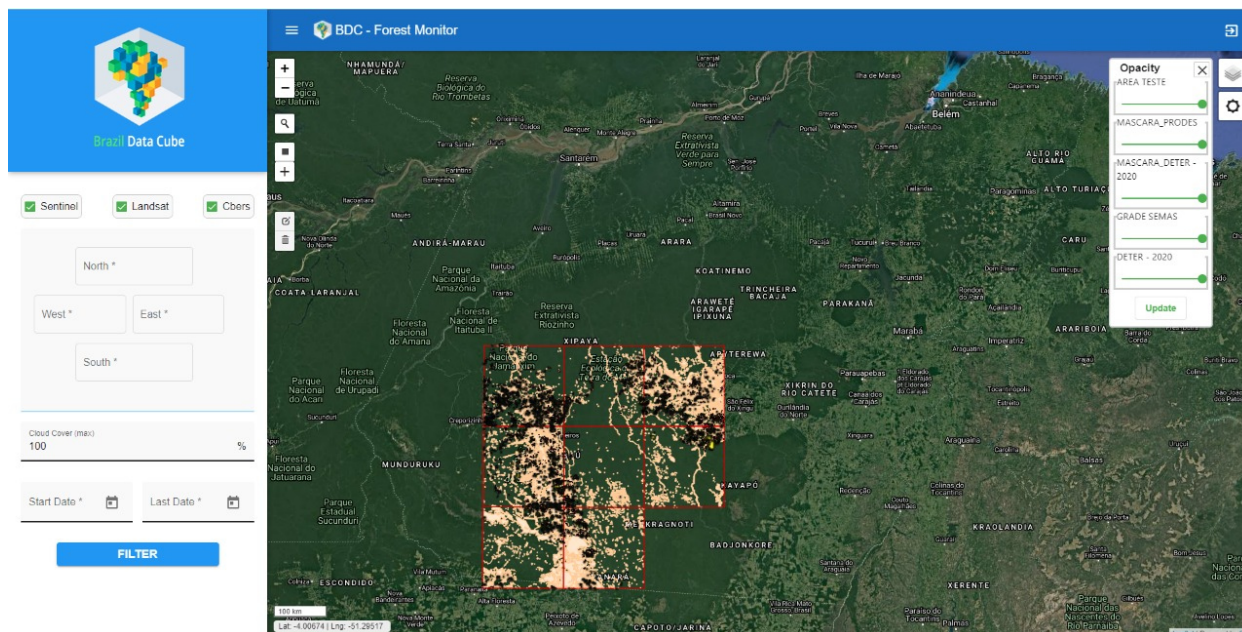


Figura 3 – Área de mapeamento SEMAS/PA no DETER intenso.



Nas Figuras 4 e 5 é observado o mapeamento realizado pelas SEMAS/PA pela plataforma do **Forest Monitor**, na qual apresenta polígonos com destaque de cor amarelo para áreas com degradação, vermelho para áreas queimadas, verde e verde pastel para áreas com desmatamento com vegetação e desmatamento com solo exposto e demais classes não aparecem em destaque na região do exemplo.

Figura 4 – Área mapeada SEMAS/PA no DETER intenso.

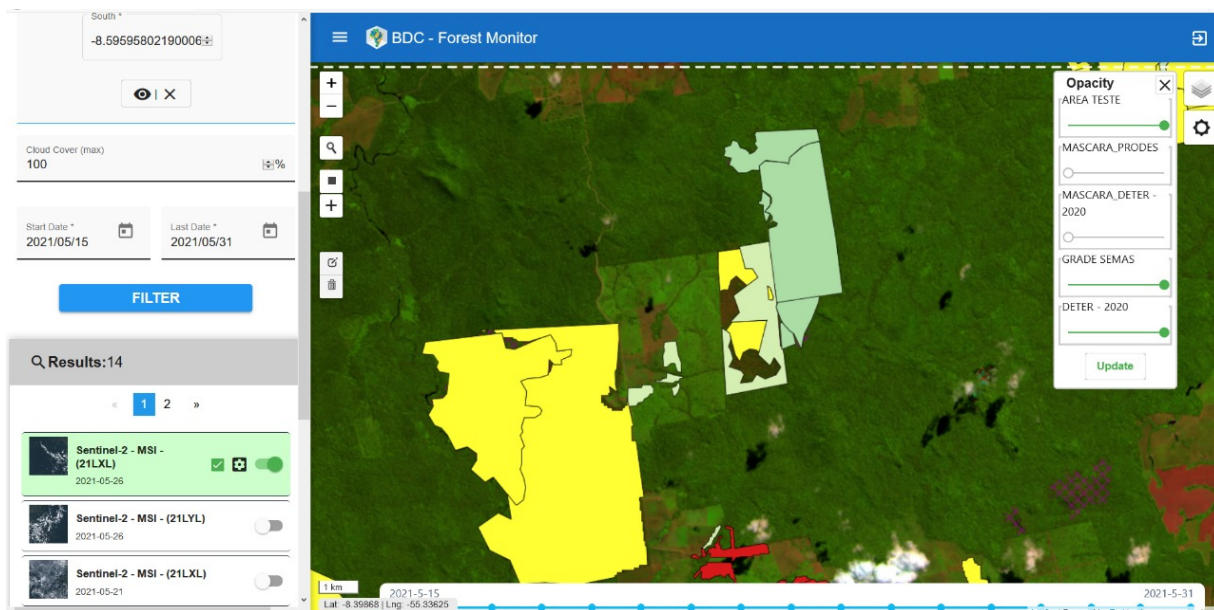


Figura 5 – Área mapeada SEMAS/PA no DETER intenso.



2.4. Amazon Situation Room (AMS)

Em fase de teste pelo INPE, a ferramenta web “Sala de Situação da Amazônia” (TerraBrasillis/AmazonSituationRoom) é integrada aos alertas do Sistema de DETER, e poderá ser consultada a partir da Plataforma TerraBrasilis, quando for disponibilizada pelo INPE. Tem como objetivo subsidiar ações de inteligência territorial, com o planejamento das ações de fiscalização pelas Secretarias de Meio Ambiente dos Estados e IBAMA. Além do trabalho em nuvem, a AMS vai permitir análises mais rápidas, inclusive para os alertas mapeados nos últimos 15 dias, com a geração de gráficos e relatórios, facilitando a indicação de *hotspots* de desmatamento, corte seletivo, degradação e mineração no estado.

A AMS se integra aos serviços da web REST e OGC, os quais fornecem dados espaciais sobre o desmatamento da floresta amazônica do Brasil obtidos por satélites e apresenta *insights* imediato das áreas com alterações na cobertura florestal recentes (Figuras 6 e 7). A SEMAS já vem testando a ferramenta e propondo melhorias que possam auxiliar os trabalhos de monitoramento do CIMAM.

Figura 6 – Perfil crítico do desmatamento no agregado semanal.

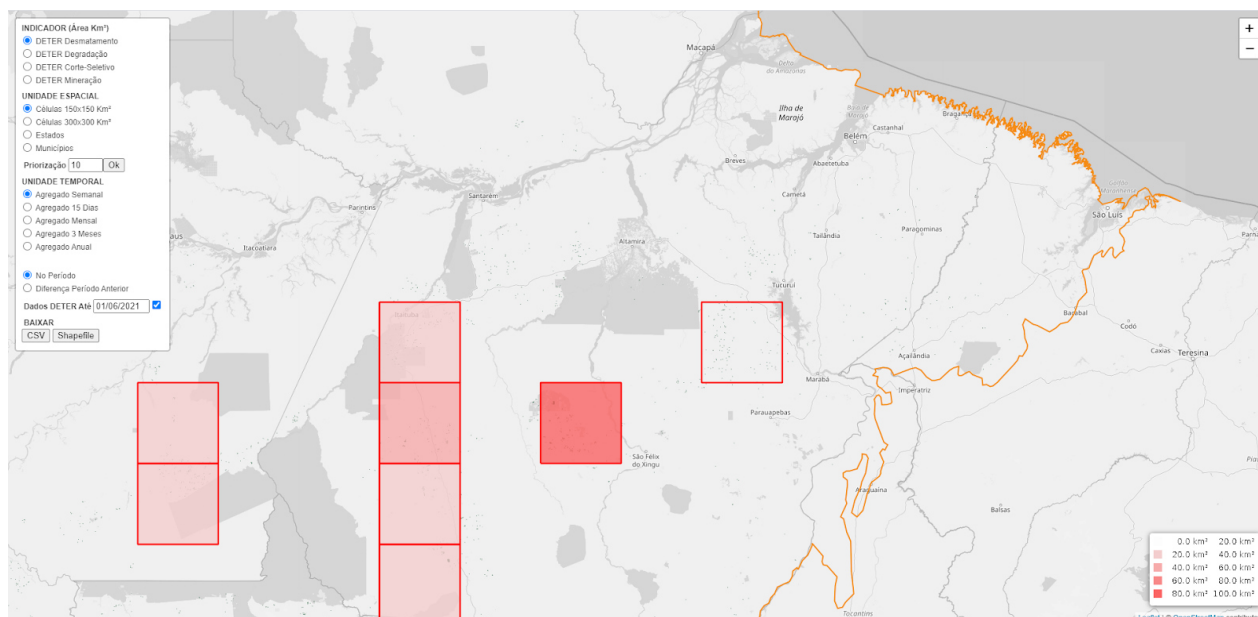
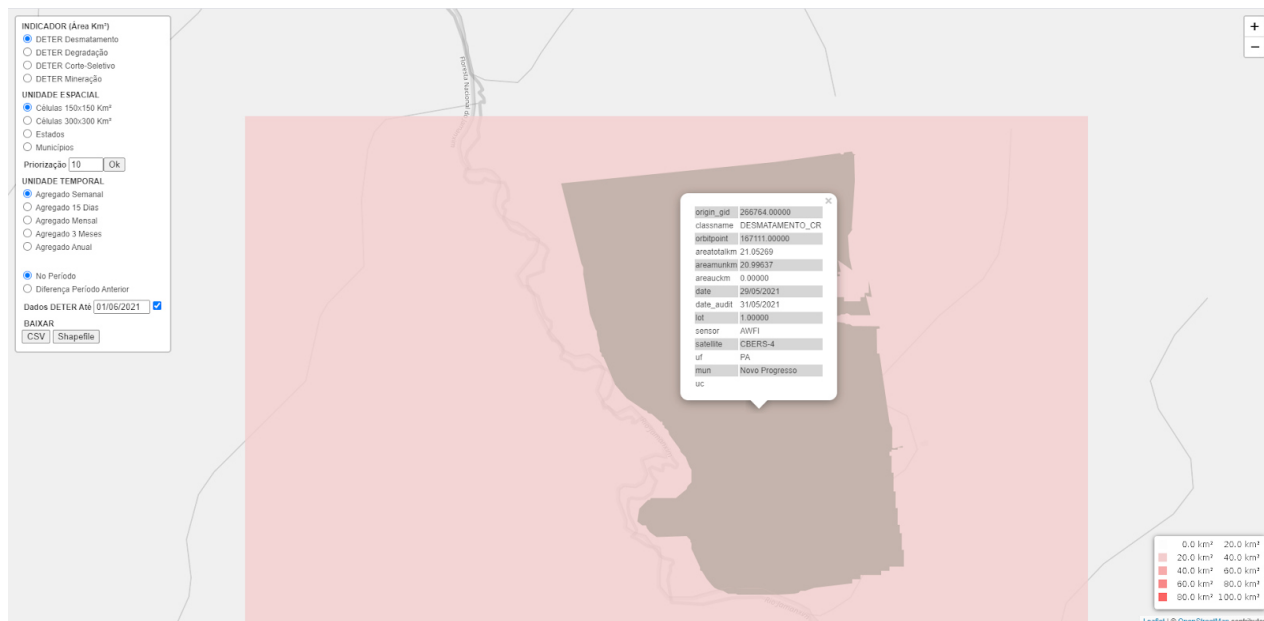


Figura 7 – Descrição em tela do alerta utilizado para compor a célula.



2.5. Google Earth Engine (GEE)

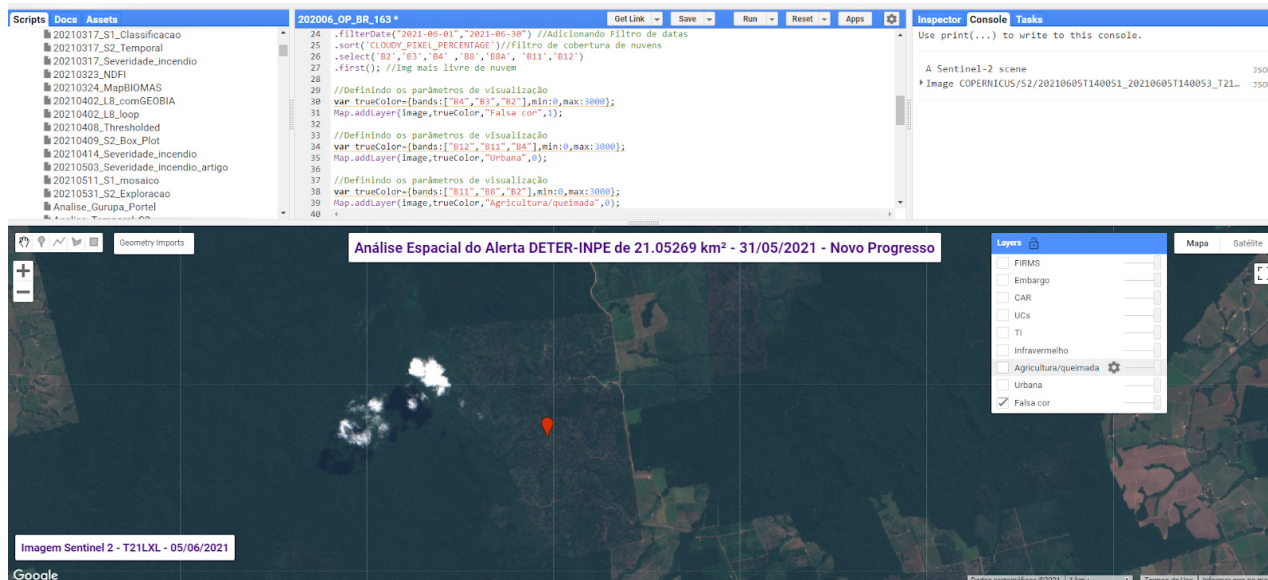
O CIMAM tem utilizado em suas análises a plataforma de computação em nuvem Google Earth Engine (GEE), da empresa Google. As plataformas de computação em nuvem são formas eficientes de armazenamento, acesso e análise de conjuntos de dados em servidores muito poderosos, que virtualizam supercomputadores para o usuário. Esses sistemas fornecem infraestrutura, plataforma, serviços de armazenamento e *Script* bases com uma variedade de maneiras para os usuários, de forma gratuita (AMANI et al., 2020).

O GEE é uma ferramenta de extrema importância, dado que, não é necessário realizar o download de imagens de satélites, para então realizar as referidas composições de bandas espaciais a fim de ressaltar determinado alvo.

A partir de um script desenvolvido com a finalidade de atender a necessidade deste Centro, pode-se realizar análise em qualquer parte do globo terrestre apenas movendo o marcador e deslocando para a região de interesse, para então serem implementadas

todas as análises pré-definidas sobre a nova área, obtendo resultados em tela com segundos de processamento (Figura 8).

Figura 8 – Plataforma em Nuvem Google Earth Engine (GEE).

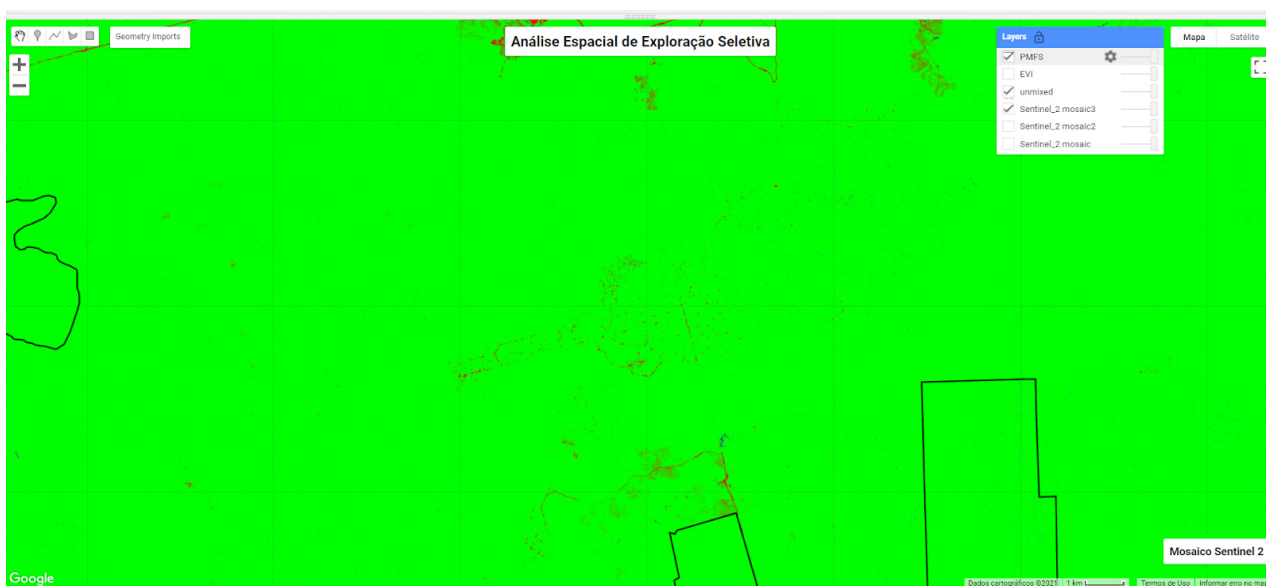


No exemplo acima, é possível observar que a coleção de imagens utilizadas neste exemplo foi a do sentinel 2, com resolução espacial de 10 metros e tempo de revisita de 5 dias no mesmo local, além de apresentar composições pré-definidas de falsa-cor natural, falsa-cor urbana, falsa-cor agricultura/queimada e falsa-cor infravermelho. Cada composição realça um alvo. Destaca-se que, o mesmo *script* permite o *download* da cena com as bandas de interesse e permite o mapeamento das feições observadas em tela, exportando somente a geometria com o resultado do mapeamento para trabalhar em outro ambiente, como o GIS.

Além do mesmo *script* apresentar a integração com os dados Sistema de Informação de Incêndio para Gerenciamento de Recursos (FIRMS), que distribui dados de incêndio ativo em Tempo Real (NRT) dentro de 3 horas de observação por satélite do Espectrorradiômetro de Imagem de Resolução Moderada (MODIS) a bordo dos satélites Aqua e Terra, e o Visible Infrared Imaging Radiometer Suite (VIIRS) a bordo de S-NPP e NOAA 20 (formalmente conhecido como JPSS-1).

Além do *Script* padrão, tem-se outros *Scripts* que apresentam funcionalidades mais específicas, como a implementação do Modelo Linear de Mistura Espectral – MLME para detecção de áreas com exploração seletiva (Base da metodologia do PRODES e DETER, conforme <https://bityli.com/tGh98>). Na Figura 9 pode ser observada exploração seletiva acentuada no interior da figura que não coincide com os limites do Plano de Manejo Florestal Sustentável (PMFS), sendo caracterizado por exploração não autorizada.

Figura 9 – Modelo Linear de Mistura Espectral – MLME no Google Earth Engine (GEE).



Tem-se o *Script* para identificação, classificação e mapeamento automático de severidade de queimadas e incêndios florestais adaptado do *script* das Nações Unidas para informações baseadas no espaço para gestão de desastres e resposta a emergências - UN-SPIDER (2021) (Figuras 10 e 11). Apresentando resultados em tela, de forma rápida e automática, com a classificação e quantificação da severidade dos incêndios, possibilitando que o usuário possa interpretar os dados obtidos pelo processamento, de modo que, seja possível obter *insights* imediato sobre a área analisada.

Figura 10 – Classificação da severidade de queimadas e incêndios florestais com Google Earth Engine (GEE).

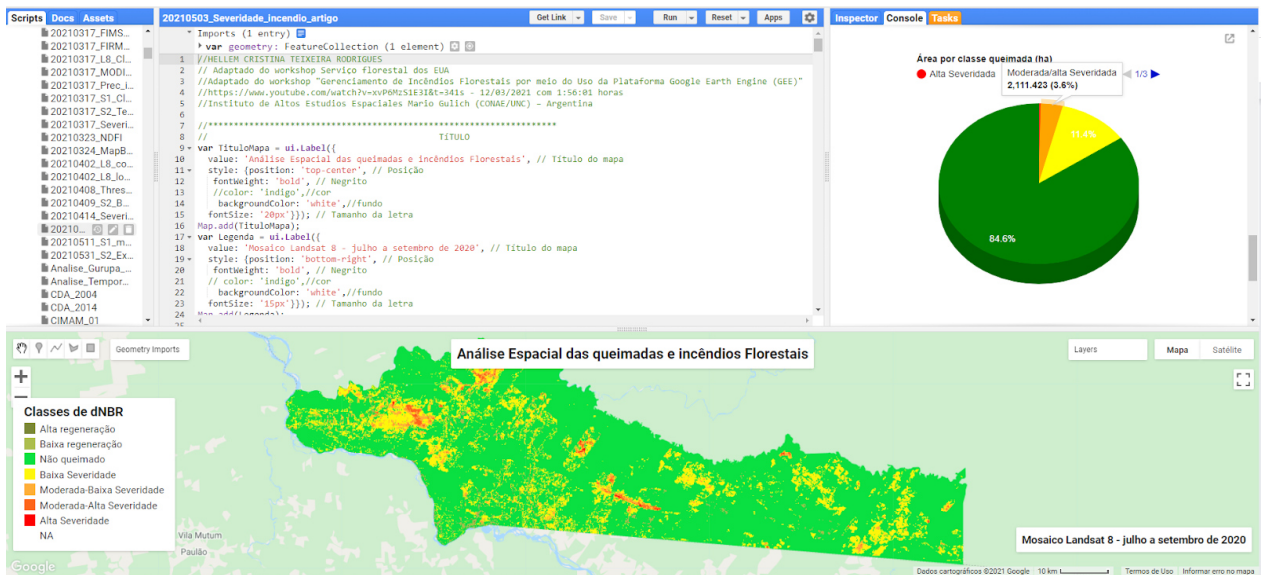
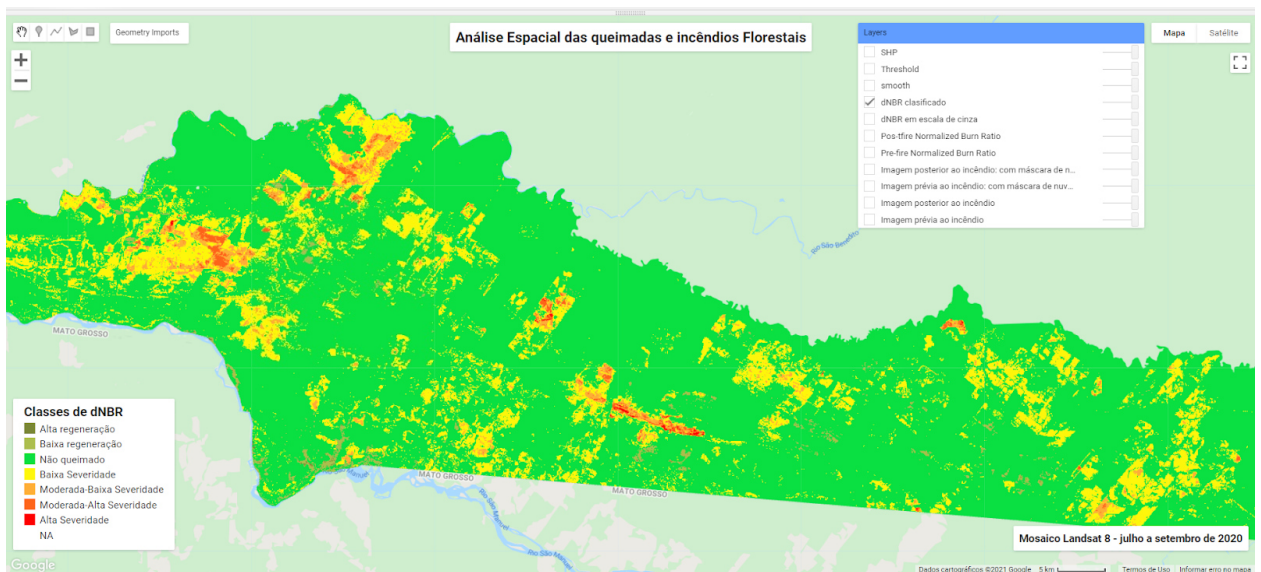


Figura 11 – Classificação da severidade de queimadas e incêndios florestais com Google Earth Engine (GEE).

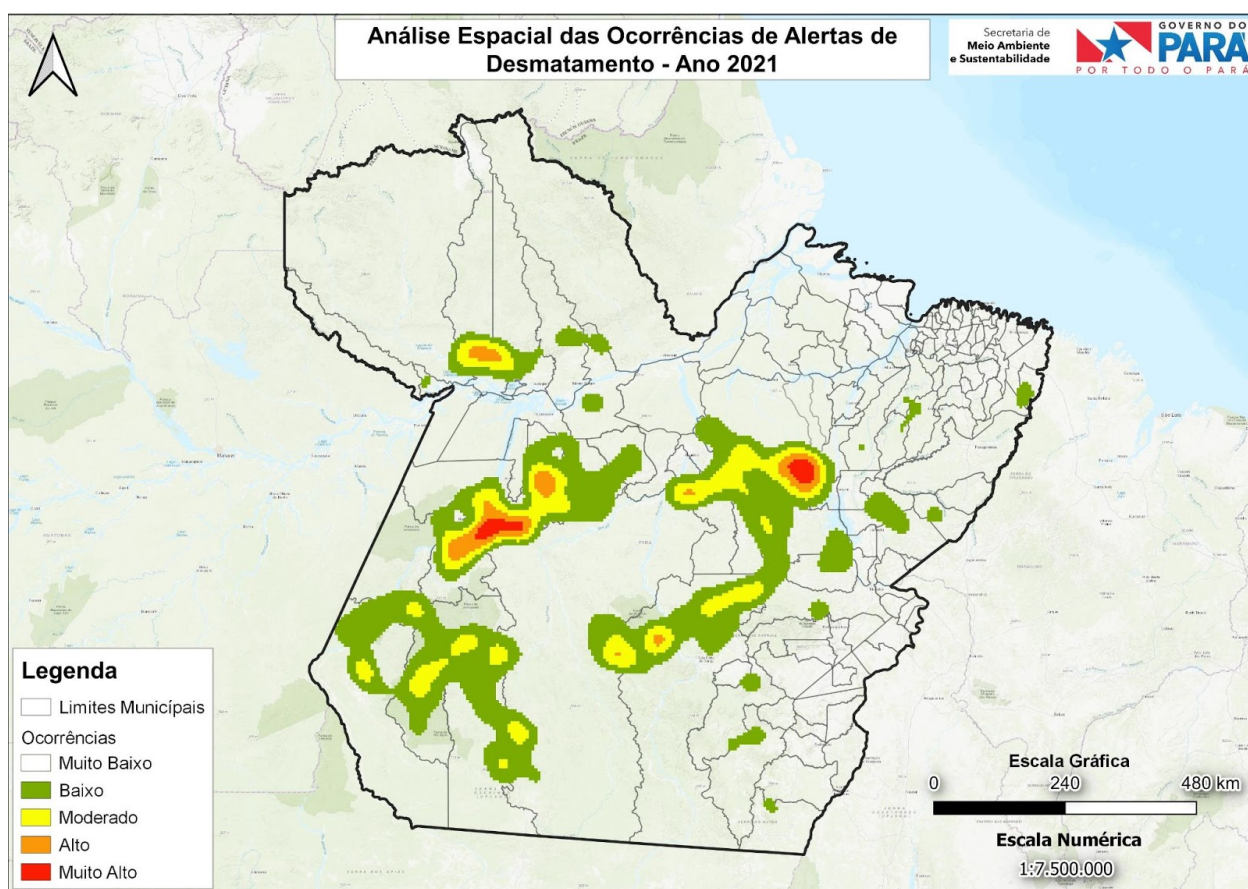


3. INDICAÇÃO DAS ÁREAS PRIORITÁRIAS PARA AS AÇÕES DA FECO

3.1 ANÁLISE KERNEL

O Mapa de Kernel indica as regiões com maior ocorrência pontuais do desmatamento no estado do Pará, refletindo a quantidade de pontos e não ao tamanho de área (Figura 12). Esta análise é utilizada para definir áreas prioritárias para o planejamento de fiscalização, no entanto, neste caso, apresentou divergência do perfil de áreas críticas no Estado, pois a área indicada no mapa de Kernel, para os alertas do DETER de 2021, indicaram como áreas mais críticas às sinalizadas na Figura 12, as quais apresentaram desmatamentos menores, porém com alta frequência e por isso, esta análise pode ser complementada com demais modelagens ambientais.

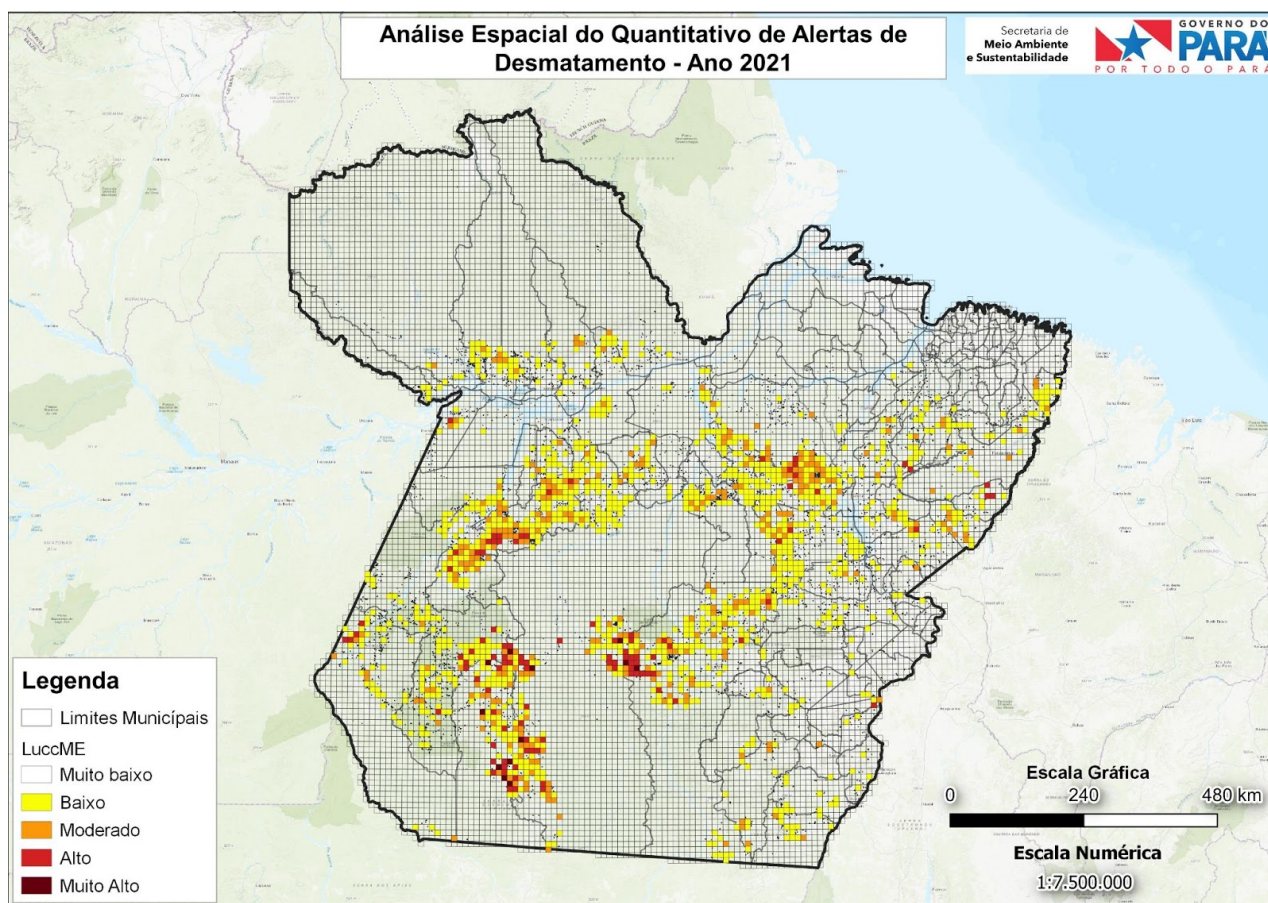
Figura 12: Mapa de Kernel com as regiões com maior ocorrência de desmatamento no Pará



3.2 ANÁLISE LuccME

O LuccME é um arcabouço para modelagem de uso da terra espacialmente explícita, desenvolvido pelo Centro de Ciência do Sistema Terrestre (CCST/INPE) e colaboradores. Com ele é possível modelar os alertas de desmatamento provenientes do DETER-INPE e analisar pela área do desmatamento, apresentando o panorama de áreas prioritárias para atuação em função do quantitativo desmatado (Figura 13). Na figura abaixo consta o modelo com células de 10 km - 10 km e que foram categorizadas em função do tamanho do alerta de desmatamento.

Figura 13: Modelagem LuccME com maior ocorrência em área de desmatamento no Pará



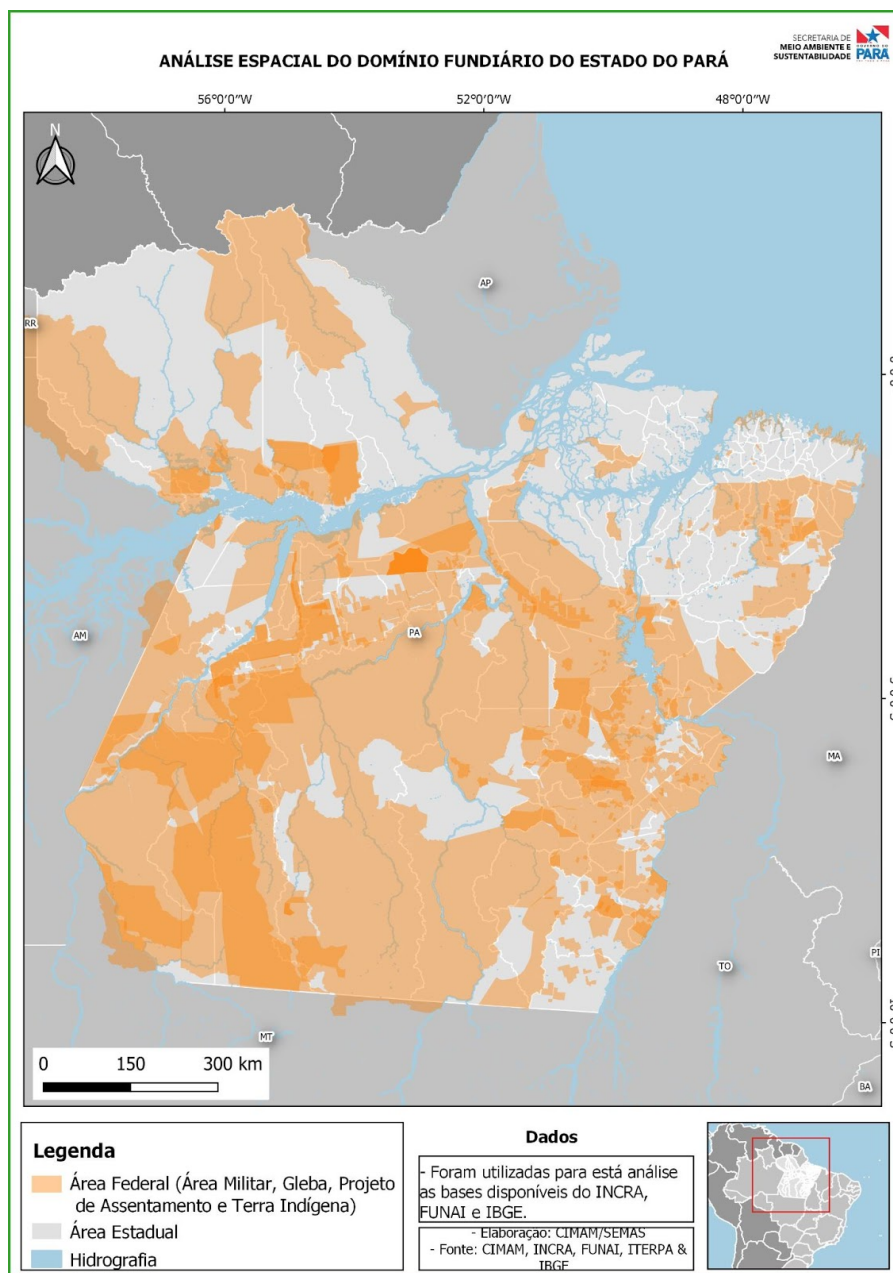
3.3 ANÁLISE POR JURISDIÇÃO

A SEMAS-PA controla e fiscaliza as atividades e empreendimentos cujo licenciamento ou autorização ambiental compete aos Estados (Inciso XIII do Art. 8º da Lei Complementar 140/2011), inclusive as Áreas de Proteção Ambiental - APA. No entanto, a análise dos dados do DETER considera toda a área do estado, com filtros para as áreas sob jurisdição federal e estadual (Tabela 1). Dessa forma é possível apresentar um panorama mais amplo do desmatamento do estado, sendo que a indicação dos alvos para o planejamento das operações de campo, prioriza, em geral, as áreas sob jurisdição estadual, como por exemplo as florestas públicas estaduais e as unidades de conservação do estado (Figura 14).

Tabela 1 – Desmatamento comparativo equivalente para o mês de maio/2021 até o dia 31.

ANO	Estadual			Federal			Total (km²)	Variação 2020/2021
	Área (km²)	Área (%)	Variação	Área (km²)	Área (%)	Variação		
2020	172,08	47%	6%	192,67	53%	138%	364,75	52%
2021	182,96	33%		373,06	67%		556,02	

Figura 14 – Áreas de domínio estadual e federal.



4. DIAGNÓSTICO ATUALIZADO DO DESMATAMENTO NO ESTADO DO PARÁ

De acordo com a distribuição mensal do desmatamento no estado, entre os anos de 2019, 2020 e 2021, em comparação com o período anterior, observou-se um acréscimo de 52% para o mês de maio de 2021. Altamira (423,32 km²), Novo Progresso (318,62

km²), Itaituba (258,39 km²), São Félix do Xingu (362,90 km²) e Jacareacanga (80,68 km²) despontam como os cinco municípios do estado que apresentam as maiores áreas desmatadas, sendo necessário dar prioridade às ações de prevenção, monitoramento e controle do desmatamento (Figura 14, Tabela 2).

Figura 15: Distribuição mensal dos alertas de desmatamento no Pará.

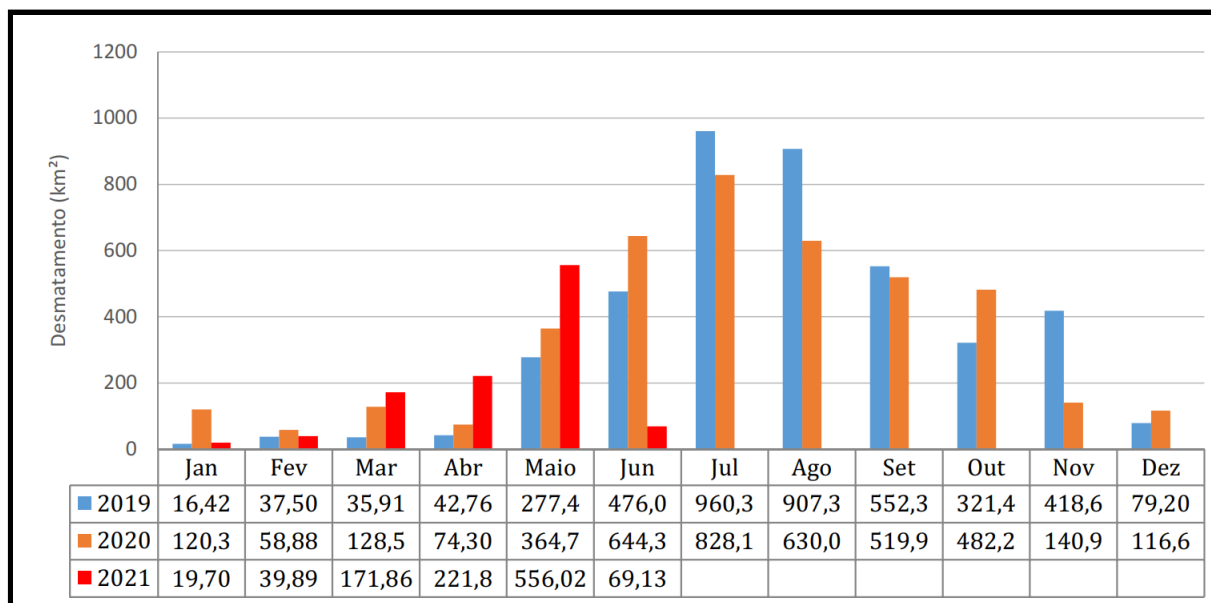


Tabela 02 - Ranking dos 15 municípios paraenses com maiores índices de desmatamento (em km²) (período de acompanhamento relativo ao ANO PRODES 2021, em ordem decrescente até 01/06/2021).

Ranking	Município	2020					2021						Total
		Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	
1º	Altamira	76,73	56,09	26,04	11,46	2,86	8,40	6,59	35,19	65,85	125,87	8,25	423,32
2º	Novo Progresso	44,18	31,12	11,16	1,95	0,56	0,30	-	54,50	51,02	117,76	6,07	318,62
3º	Itaituba	56,45	37,13	18,45	3,48	1,96	0,47	0,20	21,89	17,92	89,07	11,36	258,39
4º	Sao Felix do Xingu	84,02	77,94	31,39	17,52	16,81	0,90	2,38	28,65	31,43	60,26	11,60	362,90
5º	Jacareacanga	13,24	15,26	2,79	0,11	3,91	0,13	4,54	8,77	9,69	21,14	1,11	80,68
6º	Trairao	17,09	13,33	7,73	2,67	0,34	1,02	0,88	1,21	4,10	18,57	3,77	70,72
7º	Ruropolis	27,37	25,41	21,12	5,33	4,96	0,49	-	0,22	0,25	10,86	3,88	99,89
8º	Santarem	2,70	2,87	9,83	4,37	0,76	0,32	0,10	0,61	2,06	9,84	0,29	33,75
9º	Placas	19,87	24,15	28,23	2,56	4,84	0,47	0,28	0,09	1,93	8,69	-	91,13
10º	Novo Repartimento	18,95	7,48	16,31	5,05	11,52	-	3,81	0,67	1,35	7,08	9,22	81,44
11º	Paragominas	3,55	0,73	4,49	0,81	2,27	-	1,45	1,18	2,36	6,19	-	23,02
12º	Uruara	12,09	15,07	21,21	4,60	2,51	0,46	0,11	0,23	4,05	6,00	0,39	66,71
13º	Ourilandia do Norte	7,33	2,28	0,03	0,44	0,44	0,35	-	0,64	0,25	5,05	0,73	17,53
14º	Dom Eliseu	4,88	2,14	5,08	-	0,34	-	2,01	5,84	4,81	4,83	-	29,93
15º	Outros	241,61	208,94	278,35	80,59	62,54	6,39	17,52	12,17	24,75	64,81	12,45	1.010,11
Total		630,04	519,93	482,21	140,95	116,61	19,70	39,88	171,86	221,81	556,02	69,13	2.968,15

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As ferramentas utilizadas demonstradas nesta nota técnica permitem indicar, prever e estruturar cenários da ocorrência de desmatamento e degradação ambiental no estado do Pará, possibilitando, de forma mais célere, apresentar dados robustos para que o planejamento das operações de fiscalização ambiental ocorra nas áreas mais críticas.

REFERÊNCIAS

AMANI, M.; GHORBANIAN, A.; AHMADI, S. A.; KAKOOEI, M.; MOGHIMI, A.; MIRMAZLOUMI, S. M.; MOGHADDAM, S. H. A.; MAHDAVI, S.; GHAHREMANLOO, M.; PARSIAN, S.; WU, Q. & BRISCO, B. **Google Earth Engine Cloud Computing Platform for Remote Sensing Big Data Applications: A Comprehensive Review**. IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing, Vol. 13, 2020.

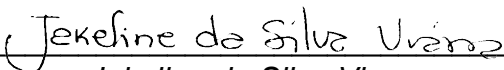
MODIS Collection 6 NRT Hotspot / Active Fire Detections MCD14DL. Available on-line <https://earthdata.nasa.gov/firms>. doi:10.5067/FIRMS/MODIS/MCD14DL.NRT.006.
Disponível em: <https://developers.google.com/earth-engine/datasets/catalog/FIRMS# citations>. Acesso em: 07 Jun 2021.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS – INPE. **DETER**. Disponível em: <http://www.obt.inpe.br/OBT/assuntos/programas/amazonia/deter/deter>. Acesso em: 07 Jun 2021.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS – INPE. **DETER Intenso**. Disponível em: <http://www.obt.inpe.br/OBT/assuntos/programas/amazonia/deter/deter-intenso>. Acesso em: 07 Jun 2021.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS – INPE. **LuccME - Arcabouço de Modelagem de Uso da Terra Espacialmente Explícita**. Centro de Ciência do Sistema Terrestre (CCST/INPE). Disponível em: <http://luccme.ccst.inpe.br/>. Acesso em: 09 Jun 2021.

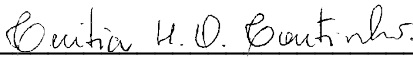
UNITED NATIONS PLATFORM FOR SPACE-BASED INFORMATION FOR DISASTER MANAGEMENT AND EMERGENCY RESPONSE - UN-SPIDER. **NORMALIZED BURN RATIO (NBR)**. Disponível em: <https://un-spider.org/advisory-support/recommended-practices/recommended-practice-burn-severity/in-detail/normalized-burn-ratio>. Acesso em: 09 abril 2021.



Jakeline da Silva Viana.
CFISC/CIMAM



Hellem Cristina Teixeira Rodrigues
CFISC/CIMAM



Cecilia Hernandez Ochoa Coutinho.
CFISC/CIMAM

