



## TERMO DE REFERÊNCIA

### 1. OBJETIVO

O presente Termo de Referência (TR) foi elaborado com vistas a nortear a disponibilização e a elaboração de dados geoespaciais que irão compor um conjunto de documentos a serem apresentados por ocasião do critério de elegibilidade de Redução de Desmatamento (Item C) do Edital do Selo Ecológico 2023, sejam eles vetoriais (arquivos shapefile) ou matriciais (imagens de satélite).

### 2. INTRODUÇÃO

A preocupação com a conservação e proteção ambiental, que promove uma busca constante por políticas públicas que possibilitem gerar renda e ao mesmo tempo garantir a proteção da biodiversidade e dos ecossistemas, fez surgir o ICMS-Ecológico. Esta política pública tem o objetivo de fornecer algum tipo de remuneração ou compensação financeira para os municípios que promovam ações de sustentabilidade ambiental.

Assim como o ICMS, a sua variante para fins ecológicos tem o regramento definido por legislação Estadual, que determina o percentual repassado aos municípios sendo observados e analisados vários critérios que permitam estabelecer um diagnóstico das condições ambientais dos municípios e as ações e estratégias desenvolvidas pelos mesmos em busca de uma sustentabilidade ambiental.

Dentre os critérios de elegibilidade presentes na análise do ICMS-Ecológico, promovido pelo Piauí, tem-se a Redução do índice de Desmatamento (Item C.1) e a identificação e monitoramento de áreas degradadas (Item C.2). Tais critérios traçam um diagnóstico das mudanças no uso e cobertura da terra nos municípios que pleiteiam o selo ambiental de sustentabilidade.

Para obtenção do diagnóstico das mudanças no uso e cobertura da terra, sobretudo a perda ou ganho de cobertura vegetal e identificação de locais que incidem áreas degradadas nos municípios, faz-se necessária a adoção de técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto.

Neste sentido este TR tem por objetivo nortear os procedimentos técnicos, a elaboração e disponibilização de dados geoespaciais que farão parte da comprovação técnica para fins de atendimento aos itens C.1 e C.2 do critério de elegibilidade do Índice de Redução de Desmatamento.



Referente à comprovação técnica da redução do índice de desmatamento (C.1) e da análise dos dados e informações acerca da identificação e monitoramento de áreas degradadas (C.2), compete ao Centro de Geotecnologias Fundiária e Ambiental - CGEO desta SEMARH, a avaliação dos dados geoespaciais disponibilizados pelos municípios postulantes ao selo ambiental no exercício de 2023.

### 3. DOS RELATÓRIOS

#### 3.1 Comprovação técnica da redução do desmatamento (C.1)

A Comprovação Técnica da Redução do Desmatamento (C.1) deverá ser demonstrada por meio de Relatório Técnico que evidencie as mudanças de cobertura do solo no município, que impliquem na alteração do quantitativo de cobertura vegetal comparando um recorte temporal de 02 (dois) anos para o município apresentando a seguinte estrutura:

- *Estrutura do Relatório de Comprovação Técnica*
  1. Introdução
  2. Metodologia
  3. Resultados
  4. Conclusão
  5. Anexos
- *Detalhamento dos tópicos do Relatório de Comprovação Técnica*

#### **1. Introdução**

Informações gerais de cunho ambiental, destacando os principais agentes causadores da supressão da cobertura vegetal do município.

#### **2. Metodologia**

Procedimentos metodológicos descritos detalhadamente, para que os mesmos possam ser replicados e conferidos pelo CGEO, sob risco de não serem aceitos caso não possa ser verificada a veracidade das informações. No escopo da metodologia, informar a forma de coleta e identificação dos dados, e as técnicas de Processamento Digital de Imagens - PDI e de Geoprocessamento.

O ANEXO ÚNICO deste documento apresenta uma sugestão de roteiro metodológico para definição do índice de redução do desmatamento, que foi utilizado pelo CGEO em pleitos anteriores do processo de certificação do ICMS Ecológico.



### **3. Resultados**

Os resultados do diagnóstico do índice de redução do desmatamento devem ser apresentados por meio de gráficos e/ou tabelas que possibilitem demonstrar em hectares (ha) e em valores percentuais (%) a perda ou o ganho de cobertura vegetal nativa entre os anos de 2021 e 2022. Ademais, deve-se apresentar por meio de mapas a representação espacial da cobertura vegetal nativa para os anos em análise.

### **4. Conclusão**

Deve apresentar se houve perda ou ganho de cobertura vegetal nativa no município entre os anos de 2021 e 2022.

### **5. Referências**

Incluir as referências técnicas que embasaram o relatório

### **6. Anexos**

Neste item deve conter quaisquer dados e informações pertinentes à análise e resultados obtidos, além da anotação de responsabilidade técnica pela elaboração do relatório e do mapeamento.

#### **3.2 Identificação e monitoramento de áreas degradadas (C.2)**

Compete ao CGEO, no item Identificação e Monitoramento de áreas degradadas (C.2), analisar os dados e informações geoespaciais que correspondem às coordenadas geográficas e a mapeamentos que demonstrem a extensão e evolução da degradação.

Neste sentido, para atendimento ao item C.2 sugere-se que, no escopo do relatório operacional, as informações de localização e extensão das áreas degradadas sejam apresentadas em quadro conforme Figura 01.



Item	Coordenadas		Tipo de Degradação	Área (ha)	Fotos
	Y/S	X/W			
1					
2					
3					
4					
5					

**Figura 01 - Quadro de Identificação das áreas degradadas**

Para se definir a extensão da área degradada, recomenda-se que o mapeamento delas se dê por imagens de satélites que atendam aos requisitos mínimos solicitados na seção 4 deste termo de referência.

#### **4. DOS DADOS GEOESPACIAIS**

Em relação aos dados geoespaciais que irão compor o conjunto de documentos a serem apresentados por ocasião do parâmetro de Redução de Desmatamento (Itens C1 e C2) do Edital do Selo Ecológico 2023, sejam eles vetoriais (arquivos shapefile) ou matriciais (imagens de satélite), observando aos seguintes requisitos que possibilitam a análise:

##### **I. Para dados vetoriais**

- a) Formato: shapefile com, no mínimo, as extensões: \*.shp, \*.shx, \*.dbf e \*.prj;
- b) Sistema de Referência: SIRGAS 2000 (EPSG: 4674);
- c) Polígonos fechados com a finalidade de representar a espacialização da vegetação nativa e as áreas degradadas para o ano de 2021 e 2022;

##### **II. Para dados raster (Imagens de satélite)**

- a) Formatos aceitos: \*.tiff, \*.geotiff e \*.jp2
- b) Data de captura da imagem: entre os meses de julho a novembro de 2021 e 2022;
- c) Resolução espacial máxima de até 10 m
- d) Resolução radiométrica mínima: 12 bits
- e) Cobertura máxima de nuvens de 10%, não prejudicando a plena identificação das áreas mapeadas;
- f) Não deve conter ruídos que prejudiquem na identificação dos elementos na imagem;



g) Todas as imagens devem estar corrigidas posicionalmente, podendo estar apresentadas em mosaico;

h) Arquivo texto (\*.txt) contendo os seguintes metadados: data da coleta, nome do sistema imageador e identificação da(s) cena(s)

Ressalta-se que os dados geoespaciais que se configuram como insumos para a elaboração dos relatórios técnicos, devem ser disponibilizados seguindo as recomendações elencadas na seção 5 que trata da disponibilização dos dados.

## **5. DA DISPONIBILIZAÇÃO**

Os relatórios técnicos devem estar devidamente assinados em formato \*.pdf e serem disponibilizados juntamente aos arquivos geoespaciais em link de drive fornecido pelo município postulante.

Quanto aos arquivos geoespaciais estes devem ser disponibilizados em duas pastas de arquivo, uma para os dados do ano de 2021 e outra para os dados do ano de 2022.

O link de dados deve estar inserido em um documento em formato \*.pdf e com o timbre do município, devendo serem elencadas as peças técnicas enviadas com vista ao atendimento do critério de elegibilidade C (Redução do índice de Desmatamento). **Ressalta-se que todos os documentos e dados referentes aos itens C.1, C.2, C.3, C.4 e C.5 devem ser disponibilizados por meio do link de dados.**



## ANEXO ÚNICO

### SUGESTÃO METODOLÓGICA PARA OBTENÇÃO DO ÍNDICE DE DESMATAMENTO

Nesta seção é apresentada uma sugestão metodológica, que foi adotada em pleitos anteriores do ICMS-Ecológico.

Como uma das possíveis técnicas a serem adotadas para comprovação da redução do índice de desmatamento para fins de ICMS-Ecológico, tem-se o parâmetro biofísico **NDVI - Índice de Vegetação da Diferença Normalizada**, este parâmetro é obtido através da razão entre a diferença das reflectâncias das bandas do infravermelho próximo (IVP) e do vermelho (V) e a soma entre elas. Sendo dada pela seguinte equação:

$$NDVI = (IVP - V) / (IVP + V)$$

Ao utilizar as imagens do satélite Sentinel-2A ou Sentinel-2B, a banda 8 corresponde ao infravermelho próximo e a banda 4, ao vermelho. Ambas possuem resolução espacial de 10 metros, resultando na fórmula do NDVI apresentada abaixo:

$$NDVI = (Banda8 - Banda4) / (Banda8 + Banda4)$$

O dado resultante desta operação aritmética de bandas é uma imagem onde os valores dos pixels variam entre -1 a 1, onde mais próximo de 1, maior é a presença de vegetação no local representado pelo pixel.

Para a aplicação da operação aritmética são utilizadas imagens de satélites do Sentinel-2<sup>a</sup> ou Sentinel-2B que devem possuir os seguintes requisitos:

- Cobertura de nuvens menor que 10 %;
- Período de imageamento das imagens de Julho a Novembro;
- Resolução Espacial de 10 m;
- Bandas utilizadas: 2, 3 e 4 (Composição colorida) e 4, 8 (NDVI).



Sempre que possível, as imagens devem ser selecionadas no mesmo mês para os dois anos considerados. Entretanto, nos casos em que as cenas disponíveis não atendam os requisitos exigidos para o mesmo recorte temporal, podem ser utilizadas imagens de, no máximo, 120 dias de diferença entre a data da captura das imagens.

A obtenção do dado geoespacial em estrutura raster que represente os valores de NDVI para cada ano considerado são obtidos a partir da execução das seguintes etapas:

**1ª Etapa** - Conversão da extensão nativa das imagens do satélite Sentinel-2, de \*JP2 para \*GEOTIFF. Sendo este procedimento executado por meio de Sistema de Informação Geográfica - SIG

**2ª Etapa** - Correção atmosférica das bandas 4 e 8

Tendo em vista que as partículas presentes na atmosfera interferem na radiação incidente na superfície e na radiação refletida ao sensor, faz-se necessário o processamento da radiância e da reflectância nas imagens de satélites para a determinação dos índices biofísicos, como o índice de NDVI. Este procedimento é realizado por meio do software SNAP em sua versão 7.0.

**3ª Etapa** - Mosaico de bandas, quando houver necessidade.

Caso alguns municípios tenham seus limites abrangendo mais de uma cena é realizado o mosaico entre elas, sendo estas obrigatoriamente com mesma data de imageamento, a fim de evitar valores incorretos de NDVI, decorrentes de diferentes padrões de iluminação entre as cenas.

**4ª Etapa** - Álgebra de bandas para a construção do NDVI, aplicando em ambiente de calculadora raster a equação de obtenção do NDVI para as bandas 4 e 8 do satélite sentinel.

**5ª Etapa** - Composição colorida entre as bandas 2, 3 e 4 para subsidiar na interpretação das classes de uso e cobertura da terra e identificação da cobertura vegetal e de áreas degradadas.

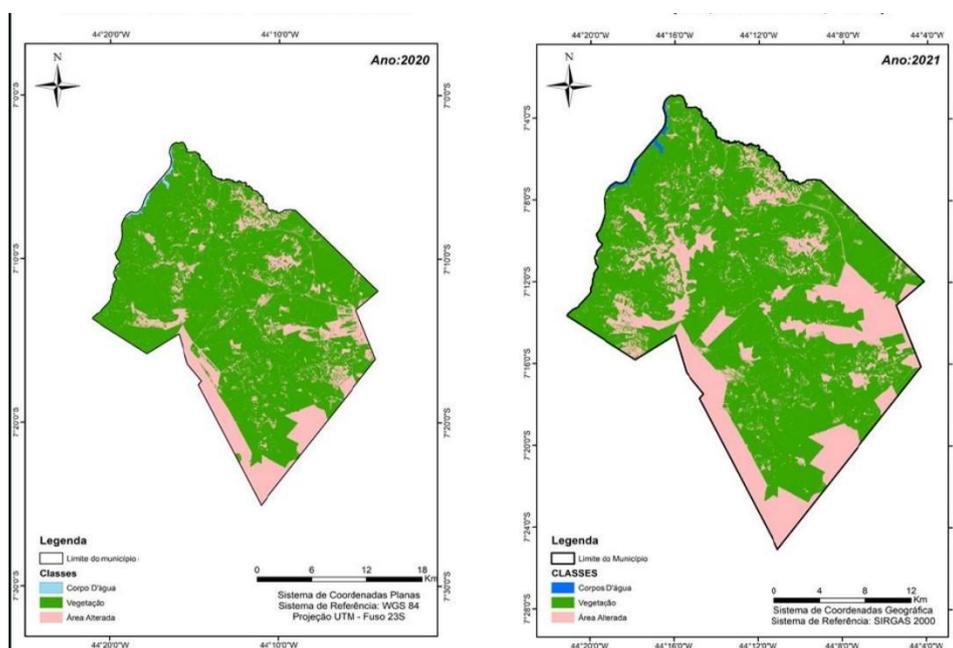
**6ª Etapa** - Reclassificação de Pixel da imagem NDVI em intervalos que melhor representem as classes de uso e cobertura da terra que são: água (quando houver), área alterada e vegetação nativa tendo como subsídio a interpretação visual da imagem de composição colorida RGB, elaborada na etapa anterior.



**7ª Etapa** - Conversão do dado raster referente ao NDVI reclassificado para um dado vetorial (shapefile)

**8ª Etapa** - No dado vetorial, derivado do NDVI reclassificado, procede-se edição vetorial para refinar a classificação, buscando uma melhor delimitação dos elementos de interesse (água, área alterada e vegetação nativa)

**9ª Etapa** - Elaboração do mapa comparativo de cobertura vegetal do município, considerando o recorte temporal em análise (2021 - 2022). Conforme demonstrado na Figura 02.



**Figura 02 - Mapa comparativo de cobertura vegetal**

**10ª Etapa** - Mensuração dos valores de área das classes de cobertura da terra para comparar com os resultados obtidos em anos anteriores e estimar o acréscimo ou o decréscimo da cobertura vegetal e das áreas alteradas. Recomenda-se a apresentação dos valores de áreas em hectares (ha) por meio de gráficos, conforme exemplificado na Figura 03.

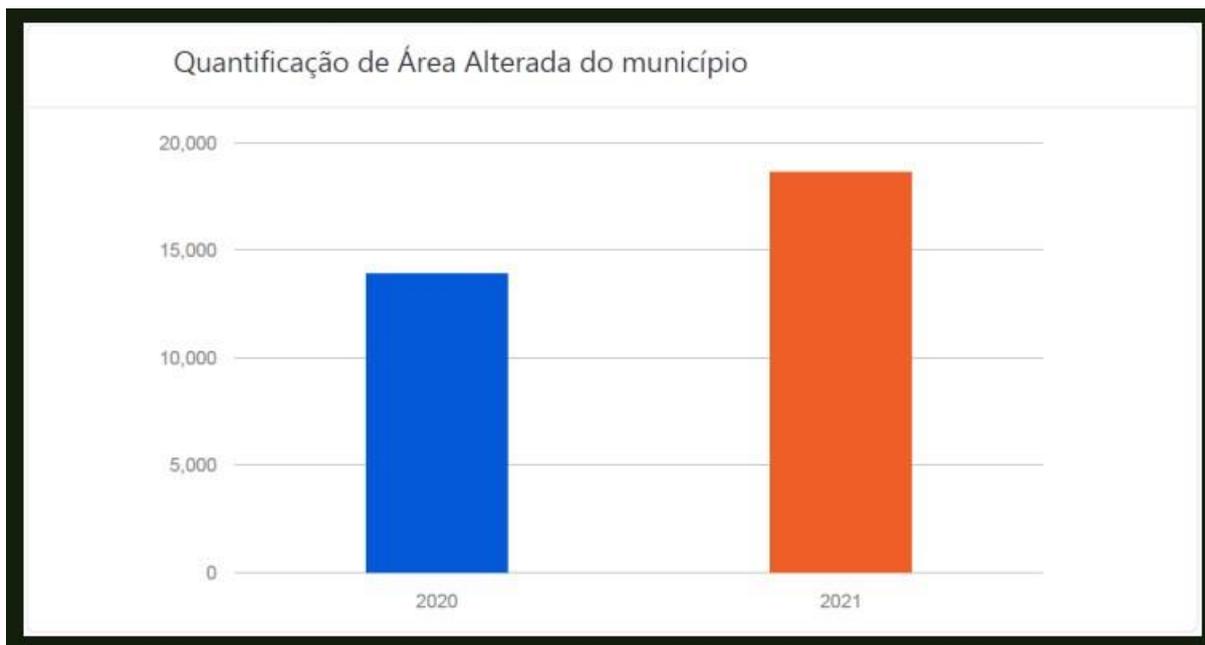


Figura 03 - Gráfico comparativo de área alterada