

## Uso de geotecnologias para monitoramento e fiscalização do desmatamento no Estado de Goiás: uma avaliação associada ao licenciamento ambiental

Helber de Carvalho<sup>1</sup>  
Marcus Vinícius Mitidiere<sup>2</sup>  
Wellington Nunes de Oliveira<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Pontifícia Universidade Católica de Goiás – PUC-GO  
Av. Universitária, n.º 1440 – Setor Universitário – Goiânia-GO, Brasil  
helber\_carvalho@msn.com

<sup>2</sup> Universidade Federal de Goiás - UFG  
Campus Samambaia – Goiânia-GO, Brasil  
mitidiere.geoambientais@gmail.com

<sup>3</sup> Universidade Federal de Goiás- PPGEMA - UFG  
CEP 74605-220 Praça Universitária s/n – Setor Universitário - Goiânia-GO, Brasil  
wellington.wno@gmail.com

**Abstract.** This paper proposes a monitoring and supervision of vegetation cover the state of Goiás, using Geoprocessing techniques. The methodology integrated with the monitoring information base of forest licensing procedures of the Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos de Goiás – Semarh-GO (Department of Environment and Water Resources Management of Goiás). For the evaluation were considered forest licenses the years 2008 to 2011, comparing with the volume of deforestation identified by federal agencies such as the Ministério do Meio Ambiente – MMA (Environment Ministry), determined by techniques Digital Image Processing and visual interpretation. With the validation of the deforestation perimeters, accounted for the total ascertained in the county with their forestry licenses. The data resulting from the intersections of the data provided the regions with the highest inadequacies. Through statistical analysis and confrontation with the respective licensing, to discriminate the 20 municipalities with the highest volume of deforestation licensed and the 20 municipalities with higher deforestation polygons identified. Licensing procedures formalized in Semarh-GO, concerning vegetal suppression, provide the perimeter of the property and the deforestation area required. The processes related to vegetal suppression area and time interval were included in a stipulated Cartographic Base, allowing dimensioning and spatial understanding more precisely the licensed properties, and it was possible to detect large amount of irregular enterprises. After categorization of illegal activities were available cartographic products for the review which made the investigation of environmental damage and their assessments. The proposal proved efficient in detecting deforestation, maximizing and facilitating field operations.

**Palavras-chave:** Geotechnology, vegetal suppression, environmental inspection, geotecnologia, supressão vegetal, fiscalização ambiental.

### 1. Introdução

A dinâmica na ocupação do uso do solo no bioma cerrado ocorre em velocidade intensa, em detrimento dos fatores ambientais, com exígua proteção efetiva das áreas de vegetação remanescente (Ferreira Junior *et al.*, 2011). Um dos principais aspectos desta incorporação na área rural consiste no desmatamento. Este processo gera perda de biodiversidade, comprometimento do solo e redução do potencial hídrico (Diniz-Filho e Pinto).

O Bioma Cerrado constitui a savana mais rica em biodiversidade, concentrando 5% da biodiversidade do planeta. Em virtude da pressão extrema, proveniente da ação antrópica, enquadra-se em um dos biomas mais ameaçados do Brasil. O Projeto de Monitoramento do

Desmatamento nos Biomas Brasileiros por Satélite descreve que depois da Mata Atlântica, o Cerrado é o bioma brasileiro com maior transformação da cobertura vegetal em decorrência da ocupação humana.

O Estado de Goiás, componente do Bioma, vivencia esta situação de degradação dos ambientes naturais, principalmente em função da agropecuária. Criou-se no imaginário coletivo, o vínculo ao Cerrado, não de um conceito de domínio fitogeográfico natural, mas sim de uma vasta área econômica, descrita como “celeiro” do país (Oliveira, 2005). Associada a expansão agrícola, o Estado enfrenta ainda uma exploração acentuada e predatória de sua cobertura vegetal transformada em carvão.

Um fator relevante nesta modificação do uso do solo é a notável constância de ações incompatíveis com as leis ambientais (Guimarães, 2000). Pesquisas indicam que fração significativa dos empreendimentos executa as atividades em inconformidade, não respeitando condicionantes previstas nas licenças ambientais e em casos, não raros, sem a licença devida.

Visando alcançar meios que propiciem melhor contenção das ilicitudes ambientais e oferecer dispositivos que promovam a compreensão da cobertura vegetal, o uso de Geotecnologias proporciona um adequado reconhecimento das características geoambientais, potencializando o gerenciamento dos recursos naturais, facilitando a avaliação histórica do desmatamento (Martins e Silva, 2007). Este trabalho demonstra uma proposta de criação de um sistema de monitoramento ambiental mais eficiente para o Estado de Goiás, relacionado com o licenciamento ambiental e estimulando as ações repreensivas da fiscalização.

Os procedimentos descritos neste trabalho são componentes de diversas Operações realizadas pela Coordenação de Geoprocessamento (CGEO), integrante da Gerência de Monitoramento Ambiental (GMA) da Secretaria de Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos de Goiás (Semarh-GO), em parceria à Gerência de Combate a Degradação Ambiental (GCDA). Dentre elas, destaca-se a Operação Vila Boa, e a Operação de combate ao desmatamento na A.P.A. do João Leite. Estas ações foram desencadeadas no intuito de diagnosticar empreendimentos irregulares que ocasionavam danos ambientais, especialmente desmatamento, em Unidades de Conservação, nascentes, Reservas Legais, matas ciliares e topos de morros.

## **2. Materiais e Métodos**

Para a execução do monitoramento proposto, associado aos processos de licenciamento ambiental, foram definidos quatro estágios. A fase inicial do trabalho consistiu na investigação geral do desmatamento no Estado. Para tanto, executou-se uma consulta nos órgãos federais que efetuam atividades que envolvem monitoramento, tais como MMA, IBAMA e INPE.

O Projeto de Monitoramento do Desmatamento nos Biomas Brasileiros por Satélite (MMA/IBAMA) disponibilizou em formato *shapefile* as áreas antropizadas até os anos de 2002, de 2002 a 2008, entre 2008 e 2009, e no intervalo compreendido entre 2009 e 2010. Após descarregar a informação geral do Bioma Cerrado, o arquivo foi adicionado em *software* de Sistema de Informação Geográfica (SIG) para realização de procedimentos de seleção e sumarização dos polígonos contidos no Estado de Goiás. A Tabela 01 exibe os 20 municípios com maior índice (quantidade) de polígonos de desmatamento MMA entre 2009 e 2010.

A definição inicial teve em vista os municípios com maior quantidade de polígonos e o montante (somatório) total em hectares por municípios.

Tabela 01. Relação municípios com maior volume de polígonos detectados MMA (2009-2010) e área total desmatada (ha) no período

<b>Município</b>	<b>Polígonos MMA 2009</b>	<b>Área Total em hectares</b>
Porangatu	107	2.257,4601
Caiapônia	100	2.619,2373
Crixás	93	4.114,1488
Cristalina	88	3.153,1386
Mineiros	67	2.179,717
Luziânia	61	1.474,0908
Jataí	45	1.070,2598
Nova Crixás	37	1.321,2181
Ipameri	34	948,8004
São Miguel do Araguaia	34	807,6726
Flores de Goiás	32	1.755,3326
Minaçu	32	823,3955
Catalão	30	713,4085
Iaciara	30	1.600,9615
Campo Alegre de Goiás	29	978,0373
Santa Terezinha de Goiás	29	987,2807
Orizona	28	318,589
São João d'Aliança	27	1.036,2042
Uirapuru	27	476,3855
Amaralina	27	295,7649
<b>Total</b>	<b>957</b>	<b>28.931,1032</b>

A segunda etapa procedeu-se na confrontação entre o somatório de processos de licenciamento de exploração florestal, gerada na intranet Semarh, e o mapeamento da supressão vegetal. A Tabela 02 apresenta os 20 municípios com maior volume de licenciamentos dos processos de Desmatamento e Renovação de Licença, no período de 2009 a 2010 (1 ano de contabilização), versus o volume de polígonos identificados pelo MMA no intervalo.

Tabela 02. Relação municípios com municípios com maior volume de licenciamento (2009-2010) e Polígonos do MMA (2009-2010)

<b>Município</b>	<b>Licenciamento 2009</b>	<b>Polígonos MMA 2009</b>
Caiapônia	29	100
Jataí	25	45
Niquelândia	22	4
Mara Rosa	20	23
Nova Crixás	20	37
Catalão	18	30
Mineiros	18	67
Ipameri	17	34

Crixás	16	93
Flores de Goiás	16	32
Nova Roma	16	16
Orizona	16	28
Silvânia	16	13
Caçu	15	3
Posse	15	19
Alto Horizonte	13	4
São Domingos	13	23
Aruanã	12	10
Faina	12	0
Iaciara	12	30
<b>Total</b>	<b>341</b>	<b>611</b>

A terceira fase buscou oferecer suporte e melhor compreensão dos dados do MMA, aprofundar o entendimento das ações antrópicas e discriminar os processos com inconformidades.

A Coordenação de Geoprocessamento usou imagens orbitais do satélite americano Landsat 5 sensor TM, com resolução espacial de 30 metros, na composição colorida R(3)G(4)B(5). Este subsídio objetivou em um primeiro momento, categorizar os dados provenientes do MMA, filtrando as ações antrópicas mais significativas e investigando possíveis expansões no dano ambiental (incremento do desmatamento). Catalogaram-se imagens históricas para acompanhar a evolução do impacto ambiental dos anos 2008, 2009, 2010, 2011 (imagens Landsat), e 2012 (Indian Remote Sensing - IRS). Para corroborar a detecção do desmatamento e visualização de novas ocorrências, realizou-se o PDI (Processamento Digital de Imagens) e posterior interpretação visual dos danos individualmente. A análise teve como guia com os critérios adotados em programas federais e chaves de interpretação. Os padrões de classificação visuais são extremamente úteis na seleção das áreas, tais como tonalidade, tamanho, forma, adjacência e textura. Estes fatores são nítidos na Figura 1.

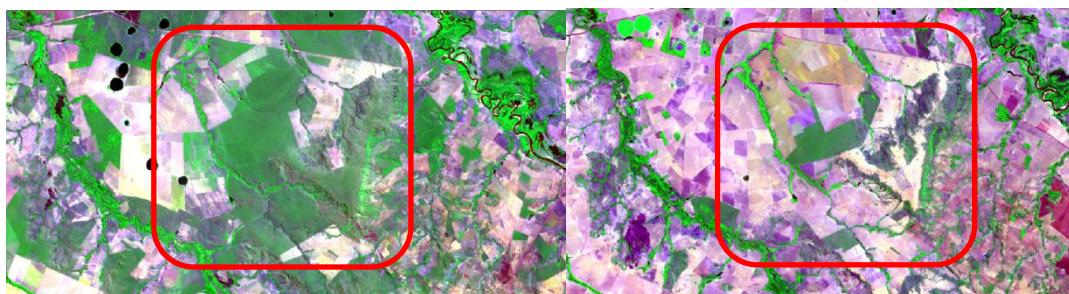


Figura 1. Avaliação de padrões visuais de classificação em imagens históricas (2008 e 2009)

Além do processo pautado em dados de sensoriamento remoto, ocorreu a interligação com dados coletados nas vistorias dos licenciamentos e na fiscalização ambiental. Estas particularidades extraídas “*in loco*” são consideradas nos atributos da Base Cartográfica, evitando alguns erros como de cadastramento como desmatamento em locais que a vistoria

e/ou fiscalização constataram como focos de queimadas, gramíneas naturais ou afloramento rochoso. Os processos referentes à supressão vegetal da área e intervalo temporal estipulado foram inclusos em uma Base Cartográfica, permitindo um dimensionamento e compreensão espacial com maior precisão das propriedades licenciadas, integrando informações de monitoramento e licenciamento. Após esta junção das informações, diferenciou-se os desmatamentos em 3 classes: regulares (licenciados), desmatamentos em desacordo com as condicionantes da licença florestal (licenciados com inconformidades) e os não licenciados. A representação dos procedimentos está ilustrada na Figura 2.

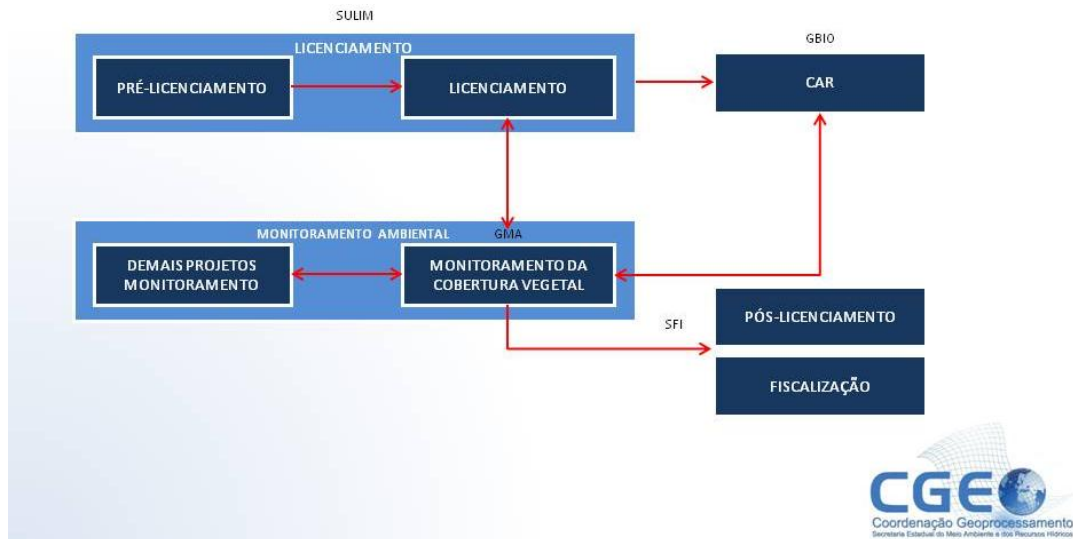


Figura 2. Linhas de Trabalho da CGEO. Fonte: CGEO/GMA

Os produtos consistiram em documento com orientações, mapa geral, croquis de acesso (Figura 3), imagens históricas (anteriores e posteriores aos desmatamentos), imagens do *Google Earth* precedentes e relatórios dos processos licenciados na região.

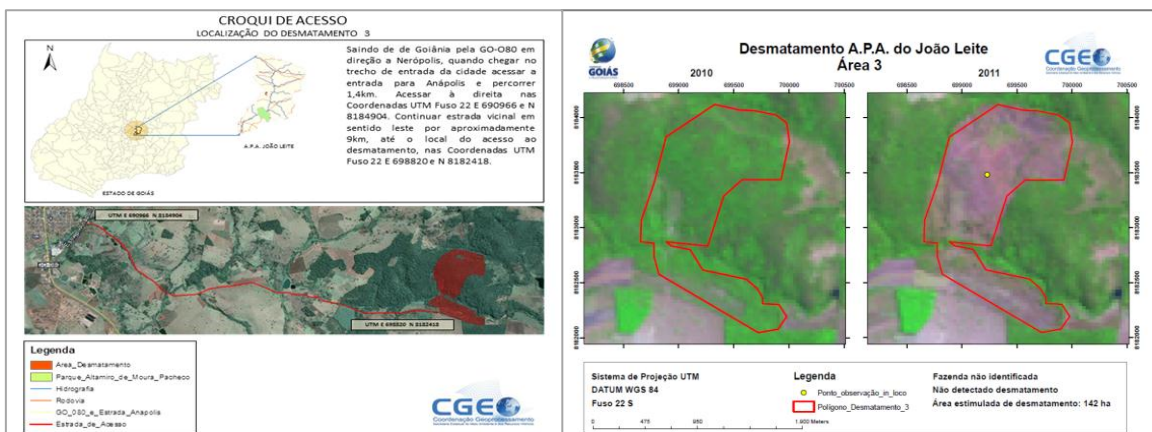


Figura 3. Croqui de acesso e imagens históricas. Fonte: CGEO – Operação A.P.A. do João Leite

A utilização de imagens do *Google Earth* ocasionou-se em virtude do apoio às imagens de média resolução, para melhor discernimento do dano ambiental, identificando o estágio anterior ao desmatamento (Figura 4).



Figura 4 – imagem de apoio a análise, delimitando área anterior ao dano

A etapa de inspeção “*in loco*”, especificamente voltada para a fiscalização orientada por Geotecnologias, aconteceu em uma parceria dos profissionais da Gerência de Combate a Degradação Ambiental com o apoio de profissionais de Geoprocessamento em campo, oferecendo apoio logístico, auxílio na mensuração dos danos nas propriedades e favorecendo a melhor interpretação entre o trabalho de campo e produtos cartográficos.

### 3. Resultados e Discussão

A análise numérica do mapeamento de supressão vegetal convergiu no contraste esperado nas pesquisas iniciais, divergindo da quantidade de processos licenciados nas regiões averiguadas. O gráfico exibido na Figura 5 apresenta os 20 municípios com maior volume numérico (quantidade de polígonos) de desmatamento no ano de 2009 até 2010 (tempo 1 ano). A discrepância entre os polígonos do MMA do ano de 2009 (1 ano) com os processos licenciados entre outubro de 2008 até dezembro de 2011 (totalizando 3 anos e 3 meses) e o volume de polígonos do MMA.

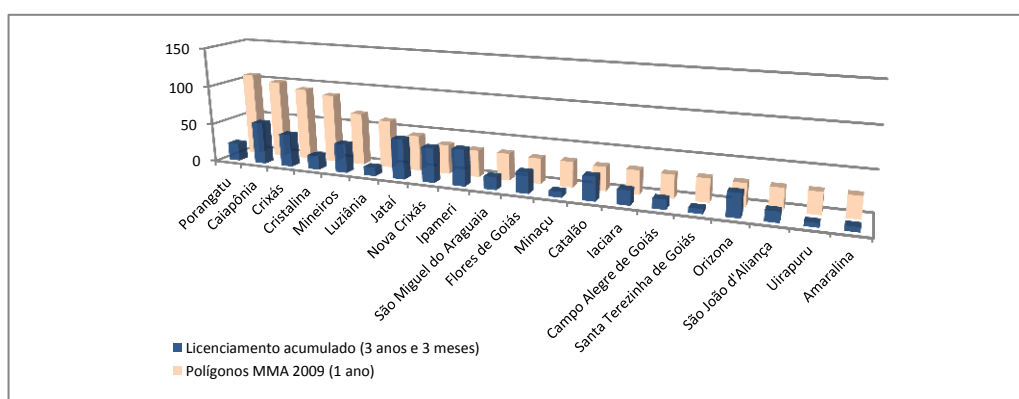


Figura 5 – Relação licenciamento acumulado (2008-2011) e Polígonos MMA 2009

Um fator relevante na investigação estatística decorre na concentração dos desmatamentos em quantidade reduzida de municípios comparando com o total do Estado (246 municípios). Os 20 municípios com maiores áreas totais de desmatamento (MMA 2009) correspondem a 55% do total desmatado no estado no intervalo. Os 20 municípios com maior



soma numérica (quantidade total de polígonos) equivale a 48% do total do período (valor total dos 20 municípios descrito em tabela supracitada).

A comparação entre os municípios com maior quantidade de polígonos MMA 2009 e o licenciamento acumulado, revela que somente os municípios de Jataí, Nova Crixás, Ipameri e Orizona possuem quantidade de licenciamento superior ao volume de polígonos do MMA (Tabela 03). O volume de polígonos de desmatamentos no município de Goiás foi significativamente superior aos processos licenciados. Situação análoga constatou-se na A.P.A. do João Leite: diversos desflorestamentos sem suas devidas licenças ambientais.

A avaliação “*in loco*”, confirmou a análise da enorme divergência entre processos licenciados no município e polígonos de desmatamento detectados, colocando em evidência e ratificando os empreendimentos irregulares. Com os produtos fornecidos para a fiscalização o índice de assertividade na comprovação do dano ambiental nos locais detectados foi da ordem de 90%.

A Operação Vila Boa, nos quatro dias de operação no local, constatou ao todo 170 hectares desmatados irregularmente. Em uma das propriedades além da conversão alternativa do solo em outras áreas da propriedade, foi averiguada degradação na Reserva Legal, situação que ocorre com frequência em diversas propriedades. Também foram flagrados cortes de espécies protegidas em lei e transporte de material lenhoso sem autorização (Figura 6). Na operação na Área de Proteção Ambiental (APA) do João Leite detectados remotamente e confirmados pela equipe de fiscalização, 5 registros de desmatamentos. Os danos ambientais encontravam-se no entorno do Parque Estadual Altamiro de Moura Pacheco, área com proteção estabelecida. A degradação total constituiu uma área de 227,49 hectares.



Figura 6. Dano em Reserva Legal (Figura 6A) e transporte irregular de madeira (Figura 6B). Fonte: GCDA. Operação Vila Boa

#### 4. Considerações Finais

A potencialidade do uso de Geotecnologias demonstra com contundência a eficácia para constatação de perturbações da cobertura vegetal no estado de Goiás. O índice de confirmação nas ações de fiscalização assegura os procedimentos realizados em escritório. Este fator de sucesso reforça a relevância da permanência e aprimoramento da metodologia adotada.

A concentração do desmatamento em uma porção reduzida de municípios favorece uma fiscalização orientada para os maiores focos de degradação. Desta forma, é possível avançar exponenciais nos resultados, com o uso de força de trabalho idêntica à atual.

Outro elemento fundamental para o controle é estabelecer critérios mais consistentes no cadastramento dos imóveis licenciados, além do acompanhamento da manutenção da qualidade ambiental, como proposto pelo Cadastro Ambiental Rural (CAR). Associada a essas atitudes técnicas, cabe ao poder público efetuar maciças campanhas de conscientização, tanto no aspecto da possível penalização para os infratores, quanto na elaboração de campanhas de educação ambiental, principalmente com os produtores rurais para evitar o dano e promover atitudes que valorizem a agricultura sustentável.

Cabe salientar que para a evolução no gerenciamento e controle das alterações da cobertura vegetal no Estado, deve-se considerar o mosaico heterogêneo das fitofisionomias constituintes do Bioma. Neste sentido, o uso de imagens históricas de satélite de alta resolução, em conjunto com pesquisas de obtenção de amostras “*in loco*”, garantiria uma melhor compreensão do estado, mormente nas áreas em que a resposta espectral é confusa.

## Referências Bibliográficas

Diniz-Filho, J. A. F.; Pinto, M. P. **Biodiversidade no Cerrado. Tantos Cerrados: múltiplas abordagens sobre a biogeodiversidade e singularidade cultural.** Organizado por Maria Geralda de Almeida. Editora Vieira. Goiânia, 2005.

Ferreira Junior, L. G.; Garcia, F. N.; Leite, J. F. **Áreas Protegidas no Bioma Cerrado: fragmentos vegetacionais sob forte pressão.** In: XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2011, Curitiba, PR. Anais do XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. São José dos Campos, SP: INPE, 2012. Disponível em: <<http://www.dsr.inpe.br/sbsr2011/files/p0361.pdf>> Acesso em: 16 nov. 2012.

Guimarães, P. W. **Cerrado e Desenvolvimento. Tradição e Atualidade.** Organizadores: Cláudia Luz e Carlos Daynell. Max Gráfica e Editora Ltda. Montes Claros, 2000.

INPE. **Monitoramento da Cobertura Florestal da Amazônia Brasileira por satélites.** São José dos Campos: INPE - Coordenação Geral de Observação da Terra, 2008. Disponível em: <[http://www.obt.inpe.br/deter/metodologia\\_v2.pdf](http://www.obt.inpe.br/deter/metodologia_v2.pdf)> Acesso em: 16 nov. 2012.

Martins, M. H. B.; Silva, S. F. **Uso de Imagens dos satélites CBERS-2 e Landsat V para mapeamento do Desflorestamento no Município de Ipixuna – AM – Uma proposta metodológica para a Fiscalização Ambiental na região Amazônica.** In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 13 (SBSR), 21-26 abr. 2007, Florianópolis, SC. Disponível em: <<http://marte.dpi.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr@80/2006/11.16.09.50/doc/4021-4028.pdf>> Acesso em: 16 nov. 2012.

Oliveira, J. O. **Os Chapadões de(s) Cerrados: A vegetação, o relevo e o uso das terras em Goiás e no Distrito Federal. Tantos Cerrados.** Organizadora: Maria Geralda de Almeida, Goiânia: Ed.Vieira, 2005.