

## Utilização altimétrica no mapeamento fitogeográfico: contribuições e reflexões ao planejamento territorial

### Altimetric use in phytogeographical mapping: contributions and reflections to territorial planning

Eduardo da Silva Santos<sup>1</sup>, Christian Nunes da Silva<sup>1\*</sup>, Gilberto de Miranda Rocha<sup>1</sup>,  
Nicola Savério Holanda Tancredi<sup>1</sup>

---

#### RESUMO

Este estudo objetiva o aperfeiçoamento metodológico do mapeamento da cobertura vegetal, executado na escala de 1:250.000, a partir de modelo do referencial teórico da Classificação da Vegetação Brasileira, adaptada a um Sistema Universal, de autoria de Veloso, Rangel-Filho e Lima (1991). Tal proposição metodológica foi motivada por observações de campo, que são incompatíveis com as formações e com as subformações florestais constantes dos mapeamentos de cobertura vegetal dos projetos cartográficos do RADAMBRASIL, do IBGE, do SIVAM/SIPAM, do ZEE(s) e do PROBIO para a Amazônia Legal. Os resultados evidenciaram a necessidade de inclusão desse dispositivo no processo metodológico, pois foram realizadas profundas alterações e retificações na espacialização dos delineamentos das formações e das subformações florestais, nos seus aspectos qualitativo e/ou quantitativo, as quais podem ser observadas no mapa comparativo entre o dado oficial e o dado proposto, apresentado ao final do texto. O produto final se mostrou um instrumento mais eficaz, que pode ser mais bem utilizado, em ações de planejamento territorial.

**Palavras-chave:** Mapeamento; Altimetria; Cobertura vegetal; Planejamento territorial.

---

#### ABSTRACT

This study aims at the methodological improvement of the vegetation cover mapping, performed on a scale of 1: 250,000, based on a model of the Brazilian Vegetation Classification theoretical framework, adapted to a Universal System, authored by Veloso, Rangel Filho and Lima (1991). The results evidenced the need of including this device in the methodological process, as profound changes and rectifications were made in the spatial design of forest formations and sub formations features, considering their qualitative and / or quantitative aspects, which can be observed in the comparative map between the official data and the proposed data, presented at the end of the research. The final product proved to be a more effective instrument, which can be better used in territorial planning actions.

**Keywords:** Mapping; Altimetry; Vegetation cover; Territorial planning.

---

<sup>1</sup> Group on Territory and Environment Production in the Amazon (GAPTA/CNPq), Federal University of Pará (UFPA), Belém, Pará, Brazil.

<sup>1</sup> \*Email: cnsgeo@yahoo.com.br.

## INTRODUÇÃO

A realização de grandes projetos de mapeamento da cobertura vegetal, executados em escala regional na região amazônica, durante as cinco últimas décadas – o RADAMBRASIL, os levantamentos cartográficos do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a coleta de dados de sensoriamento remoto, pelo Sistema de Vigilância da Amazônia (SIVAM), o Programa de Biodiversidade do Ministério do Meio Ambiente (PROBIO/MMA), além dos Zoneamentos Ecológicos-Econômicos estaduais e regionais (ZEEs) – empregou, como referencial teórico, a Classificação da Vegetação Brasileira, adaptada a um Sistema Universal, de autoria de Veloso, Rangel Filho e Lima (1991), na qual as características fisionômicas e ecológicas da vegetação se apresentam como elementos preponderantes, para a definição das diferentes fitofisionomias.

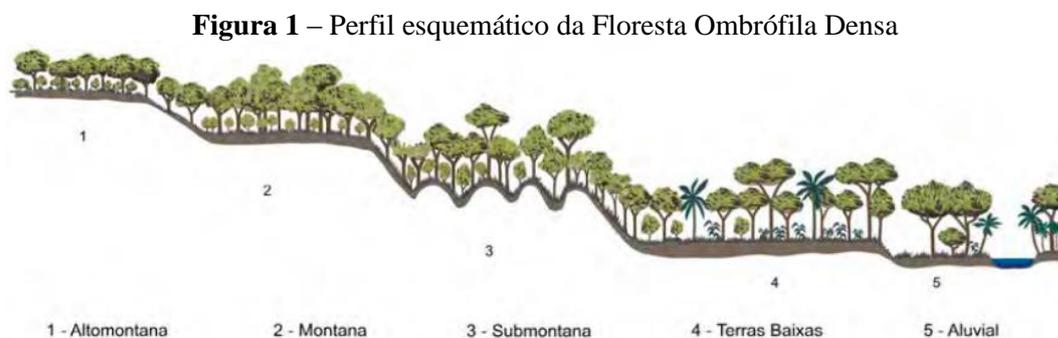
Em tal arcabouço teórico, o uso da altimetria se torna preponderante e balizador no delineamento das formações e das subformações florestais. Todavia, no momento atual, percebe-se que essa informação vem sendo subutilizada no processo metodológico, por parte das instituições responsáveis pela geração de informação cartográfica/geográfica.

Na prática vigente, a ausência do uso desse procedimento acarreta um acúmulo de inconsistências no mapeamento temático, haja vista que, durante a sua construção, a informação norteadora surge de forma subjetiva ao intérprete, não disponibilizando, portanto, subsídios técnicos claros à perfeita espacialização das formações e das subformações florestais. Nesse contexto, e em decorrência de várias observações de campo, surgiu a motivação, para a elaboração do presente artigo, o qual objetiva propor um aperfeiçoamento no delineamento temático da cobertura vegetal, quando se utiliza a referida Classificação.

É oportuno salientar a importância dessa informação temática, haja vista seu rebatimento no auxílio à formulação de planos, de programas e de projetos, os quais estabelecem as diretrizes das ações governamentais, relativas às questões ambientais. Para tanto, a geração da informação temática segura é fundamental, para a consolidação desses instrumentos. Assim, no mapeamento fitogeográfico, aborda-se a análise, a caracterização, a classificação, os conceitos, as etapas e os procedimentos metodológicos, visando o mapeamento da vegetação e gerando os produtos cartográficos e as análises comparativas, que serão apresentados, ao final deste texto.

## CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO E DOS PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para a elaboração deste trabalho, considerou-se a classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal fisionômico-ecológico, de autoria de Veloso, Rangel Filho e Lima (1991), a qual apresenta as seguintes regiões fitoecológicas: Floresta Ombrófila Densa; Floresta Ombrófila Aberta; Floresta Ombrófila Mista; Floresta Estacional Semidecidual; Floresta Estacional Decidual; Campinarana; Savana; Área de Formação Pioneira; Área de Tensão Ecológica e Área Antropizada (IBGE, 2012). Para efeito de classificação fitogeográfica, as formações florestais a serem trabalhadas neste estudo estão identificadas na Figura 1.



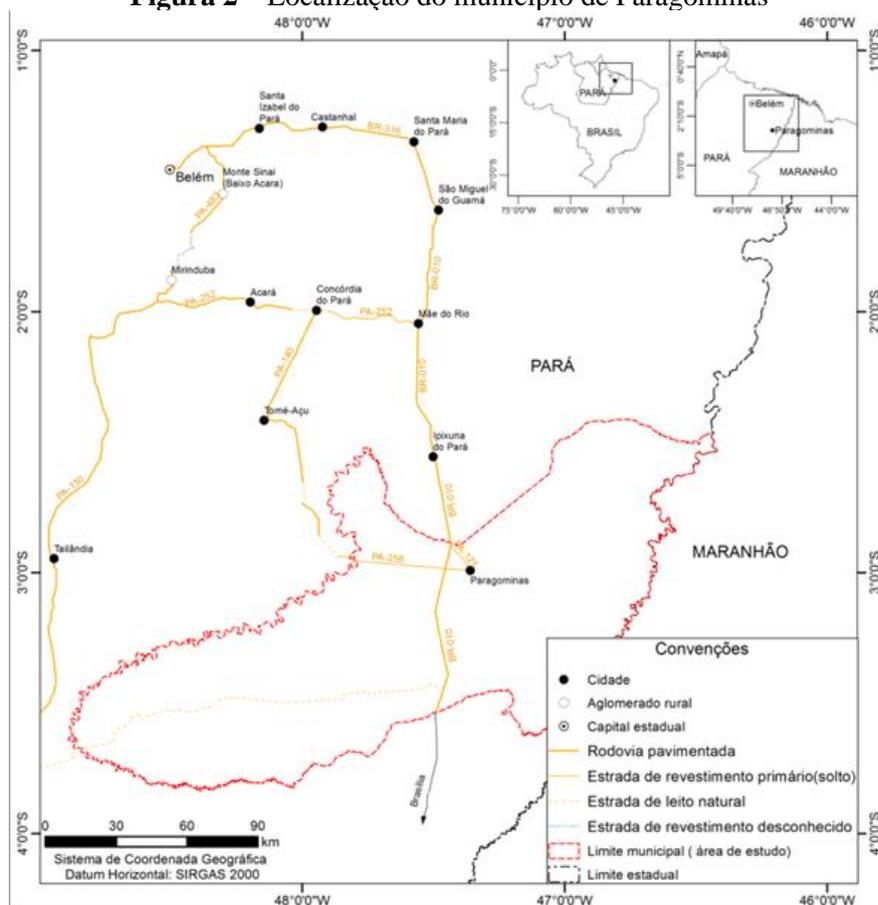
Fonte: Veloso, Rangel Filho e Lima (1991)

Assim, tais formações florestais se caracterizam da seguinte forma:

- Formação Aluvial: formação florestal não condicionada, topograficamente, que apresenta os ambientes de forma repetitiva, localizados nos terraços aluviais dos cursos d'água;
- Formação das Terras Baixas: localizada em áreas de terrenos sedimentares dos períodos terciário/quaternário – terraços, planícies e depressões planas, não suscetíveis a inundações.
- Formação Submontana: situada nas encostas dos planaltos e/ou das serras.
- Formação Montana: situada nos altos dos planaltos e/ou das serras.
- Formação Alto-Montana: situada acima dos limites, estabelecidos pela Formação Montana.

O recorte espacial, escolhido para este estudo, que serviu para a verificação e para o teste da metodologia proposto, compreende a área total do município de Paragominas, no estado do Pará, ao norte do Brasil (Figura 2).

**Figura 2** – Localização do município de Paragominas

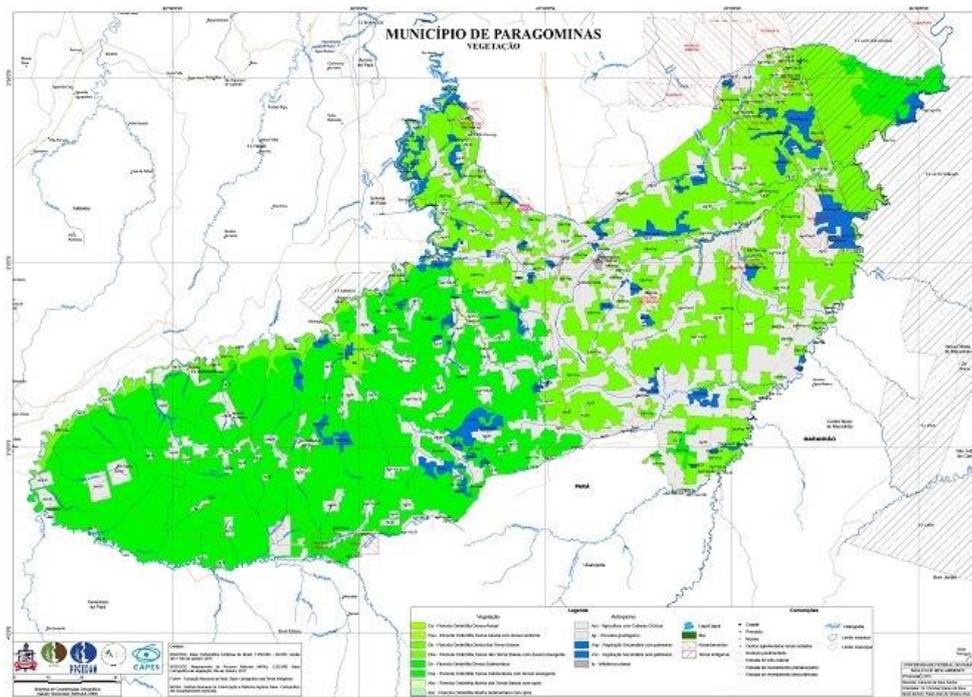


Fonte: elaborada pelos autores (2018)

Na área objeto de estudo, foram identificados os seguintes ambientes, referentes à cobertura vegetal: Floresta Ombrófila Densa Terras Baixas (Db); Floresta Ombrófila Densa Terras Baixas Dossel Emergente (Dbe); Floresta Ombrófila Densa Submontana (Ds); Floresta Ombrófila Densa Submontana Dossel Emergente (Dse); Floresta Ombrófila Aberta das Terras Baixas com cipós (Abc); Floresta Ombrófila Aberta Submontana com cipós (Asc); Floresta Ombrófila Densa Aluvial (Da); Floresta Ombrófila Densa Aluvial com dossel uniforme (Dau); Culturas Cíclicas (Acc); Pecuária (Pastagens) (Ap); Influência Urbana (Iu); Vegetação Secundária com Palmeiras (Vsp); Vegetação Secundária sem Palmeiras (Vss); e Corpo d'água continental. A Figura 3 demonstra como estes ambientes se apresentam na área de estudo.

**Figura 3** – Mapa de cobertura vegetal do município de Paragominas<sup>2</sup>

<sup>2</sup> Os produtos cartográficos apresentados nesse trabalho podem ser acessados em: [http://repositorio.ufpa.br/jspui/bitstream/2011/12235/1/Dissertacao\\_AplicabilidadeAltimetricaMapeamento.pdf](http://repositorio.ufpa.br/jspui/bitstream/2011/12235/1/Dissertacao_AplicabilidadeAltimetricaMapeamento.pdf)



Fonte: IBGE (2001)

A pesquisa também analisou os dados oficiais de cobertura vegetal e de uso da terra no município de Paragominas, na escala de 1:250.000, conforme os dados das Tabelas 1 e 2 (IBGE, 2001).

**Tabela 1 – Tipologia florestal do município de Paragominas**

<b>Tipo de vegetação</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>Área (km<sup>2</sup>)</b>
Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas (Db)	508.505,4991	5.085,0550
Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas (Dbe)	60.963,7024	609,6370
Floresta Ombrófila Densa Submontana (Ds)	258.383,6070	2.583,8361
Floresta Ombrófila Densa Submontana Dossel Emergente	459.366,9144	4.593,6691
Floresta Ombrófila Aberta das Terras Baixas com cipós	6,5595	0,0656
Floresta Ombrófila Aberta Submontana com cipós	1.716,8600	17,1686
Floresta Ombrófila Densa Aluvial + Pahs*	13.352,3023	133,5230
Floresta Ombrófila Densa Aluvial com dossel uniforme	2.694,9566	26,9496
<b>TOTAL</b>	<b>1.304.990,4013</b>	<b>13.049,9040</b>

\*Área de Formações Pioneiras, de Vegetação com influência fluvial e/ou lacustre e de Herbácea sem palmeiras (Pahs)

Fonte: IBGE (2001)

Tendo-se, como elemento central da pesquisa, a variável altimetria ou, simplesmente, hipsometria variável (ESPARTEL, 1987), utilizou-se o levantamento altimétrico ou nivelamento, para determinar as diferenças de nível ou distâncias verticais entre pontos do terreno. Contudo, a equiparação desses pontos não é finalizada, com a determinação do desequilíbrio entre eles, mas incorpora o transporte da cota ou altitude de um ponto conhecido – Referência de Nível (RN) – para os pontos nivelados.

**Tabela 2** – Tipo de uso da terra no município de Paragominas

<b>Tipo de Uso da Terra</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>Área (km<sup>2</sup>)</b>
Agricultura de Ciclo Curto (Acc)	14.784,8900	147,8489
Pecuária (Ap)	515.726,6303	5.157,2663
Influência Urbana (Iu)	1.695,5260	16,9553
Vegetação Secundária com Palmeiras (Vsp)	4.466,2000	44,6620
Vegetação Secundária sem Palmeiras (Vss)	89.473,8065	894,7381
Corpos D'Água Continental	3.165,7487	31,6575
<b>TOTAL</b>	<b>629.312,8015</b>	<b>6.293,1281</b>

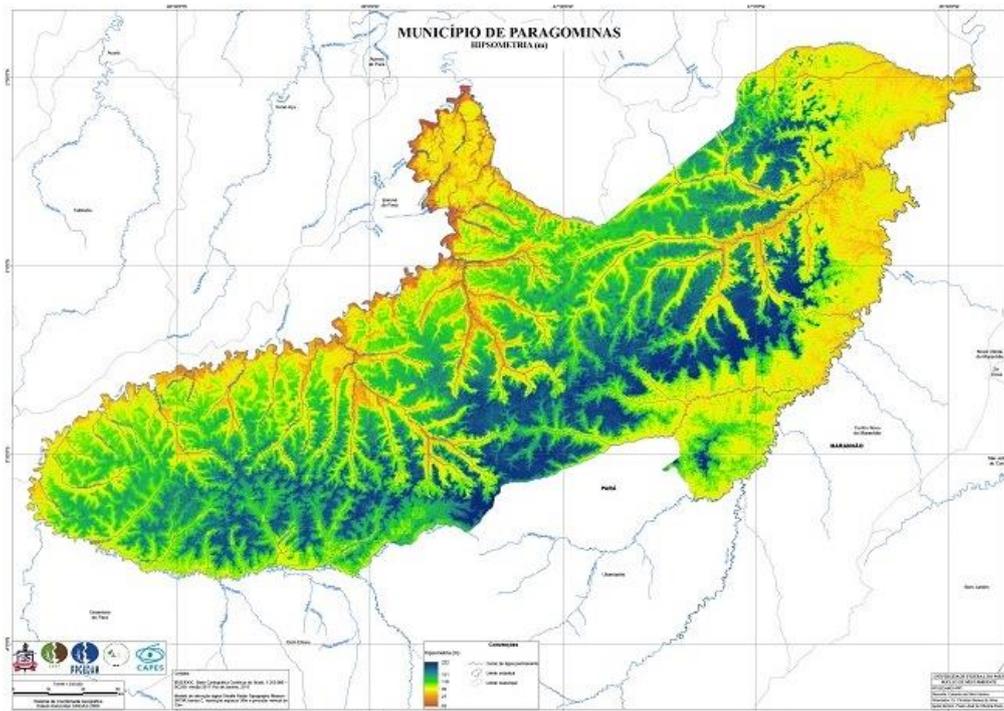
Fonte: IBGE (2001)

Garcia e Piedade (1984) explicam que a altitude de um ponto da superfície terrestre pode ser definida, como a distância vertical deste ponto à superfície média dos mares, denominada Geoide, logo a cota de um ponto da superfície terrestre pode ser definida, como a distância vertical deste ponto a uma superfície qualquer, de referência (que é fictícia e, portanto, não é a do Geoide). Este ponto de referência pode estar situado abaixo ou acima da superfície, determinada pelo nível médio dos mares.

Utilizou-se o dado *raster* da *Shuttle Radar Topography Mission*, como parâmetro do levantamento altimétrico deste trabalho, com vistas à geração do mapa hipsométrico do município de Paragominas (Figura 4).

Buscou-se comprovar a melhor forma de utilização da informação altimétrica no processo metodológico, assim como se oportunizou a possibilidade de retificar e/ou ratificar delineamentos pretéritos, sendo que, no contexto geral, pretendia-se obter resultados, que comprovassem a real necessidade da utilização do instrumental altimétrico na proposição metodológica do mapeamento fitogeográfico, aperfeiçoando e disponibilizando um instrumento de planejamento territorial.

**Figura 4** – Mapa hipsométrico do município de Paragominas



Fonte: elaborada pelos autores (2018)

Outros procedimentos foram necessários e consistiram da execução das seguintes etapas: 1) Pesquisa bibliográfica e documental, para o levantamento de dados e de informações sobre a metodologia e sobre a área de pesquisa; 2) Definição do recorte espacial e da escala de trabalho, a partir das informações naturais e sociais da área de estudo; 3) Definição dos dados de entrada (*raster* e *vetor*), com a realização de rotinas de laboratório no *software* QGIS (versão 2.18), para a integração temática I (Edição I - Análise I - Mapeamento Preliminar); 4) Operação de campo, para a integração temática II (Edição II – Reinterpretação – Análise II - Mapeamento final) e para a criação e o gerenciamento do banco de dados cartográfico, com o auxílio dos *softwares* PostgreSQL e PostGIS<sup>3</sup>.

O ponto de partida da pesquisa se concentrou na utilização do mapeamento fitogeográfico da cobertura vegetal do IBGE (2001), disponível no banco de dados das instituições IBGE e CENSIPAM, o qual foi sobreposto à informação altimétrica das imagens de sensoriamento remoto utilizadas (Figura 5). Basicamente, o produto gerado derivou dessa sobreposição temática, ou seja, do cotejo do mapa oficial com os dados altimétricos produzidos pela pesquisa.

---

<sup>3</sup> A descrição dos procedimentos metodológicos pode ser acessada em: [http://repositorio.ufpa.br/jspui/bitstream/2011/12235/1/Dissertacao\\_AplicabilidadeAltimetricaMapeamento.pdf](http://repositorio.ufpa.br/jspui/bitstream/2011/12235/1/Dissertacao_AplicabilidadeAltimetricaMapeamento.pdf)



se às retificações no delineamento do mapeamento da cobertura vegetal e a subsequente produção de legendas, devidamente ajustadas aos novos referenciais altimétricos.

Partindo-se do mapeamento preliminar, executou-se a operação de campo, cujo objetivo principal foi o de validar as unidades de mapeamento levantadas, corrigindo as inconsistências, identificadas no traçado pré-estabelecido, bem como os pontos de amostragem, em geral, previamente selecionados. Na abordagem, executaram-se observações fisionômicas das tipologias vegetais e das cotas altimétricas, com o objetivo de classificá-las, segundo o sistema fitogeográfico utilizado no presente estudo. Nos pontos de amostragem, coletaram-se as coordenadas geográficas X e Y, considerando o Sistema Global de Navegação por Satélite (GNSS) (*Global Navigation Satellite System*, no original), e as respectivas observações, que foram registradas em fichas de campo. Os pontos coletados são apresentados na Tabela 3:

**Tabela 3** – Pontos amostrais, coletados no campo/Validação tipológica

<b>Ponto</b>	<b>LAT.</b>	<b>LONG.</b>	<b>ALTIMETRIA</b>	<b>FORMAÇÃO</b>
<b>P1</b>	03° 29' 53" S	47° 28' 42" W	143	<b>Ds</b>
<b>P2</b>	03° 20' 37" S	47° 15' 26" W	70	<b>Db</b>
<b>P3</b>	02° 51' 47" S	46° 48' 50" W	33	<b>Db</b>
<b>P4</b>	02° 46' 53" S	46° 43' 59" W	38	<b>Db</b>
<b>P5</b>	02° 53' 36" S	47° 25' 59" W	69	<b>Db</b>
<b>P6</b>	02° 55' 19" S	47° 23' 03" W	112	<b>Ds</b>
<b>P7</b>	02° 59' 03" S	47° 27' 18" W	67	<b>Db</b>
<b>P8</b>	03° 29' 53" S	47° 28' 42" W	143	<b>Ds</b>
<b>P9</b>	03° 20' 46" S	47° 33' 48" W	159	<b>Ds</b>
<b>P10</b>	03° 04' 12" S	47° 39' 56" W	76	<b>Db</b>

Fonte: elaborada pelos autores (2018)

Com as informações de campo levantadas, e associadas à revisão bibliográfica, criou-se um ambiente favorável à identificação de elementos e à revisão do mapeamento preliminar, corrigindo-se e qualificando-se, assim, o delineamento da cobertura vegetal.

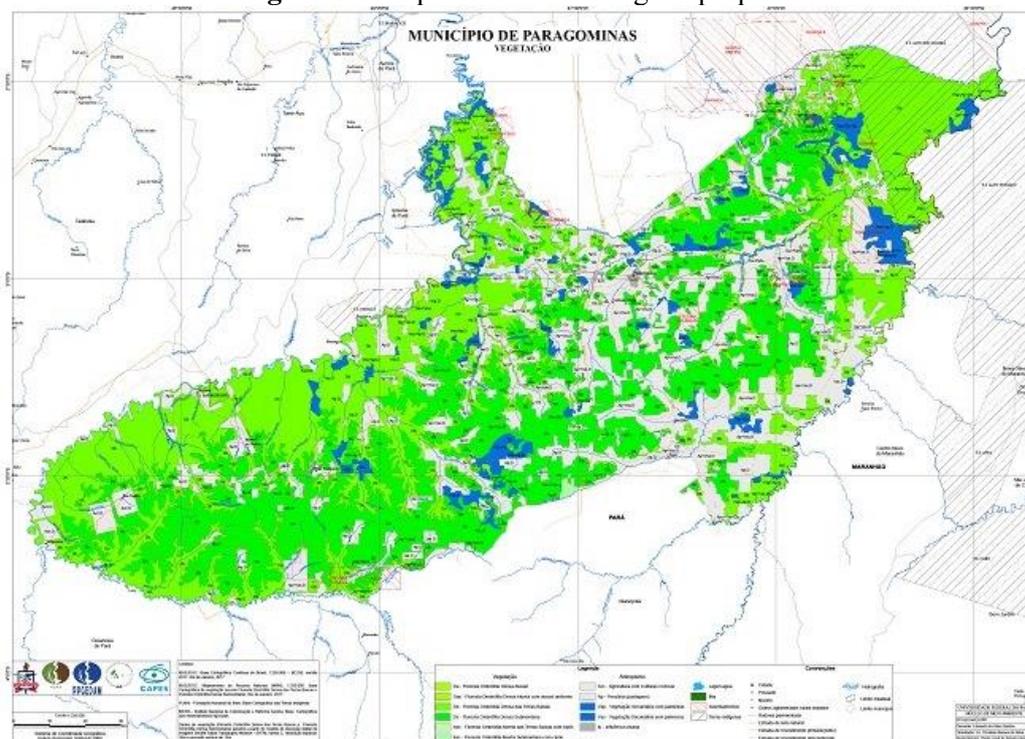
Após o estabelecimento do processo da reinterpretação, realizou-se a integração das informações disponíveis, efetuando os ajustes necessários, com vistas a uma melhor análise das regiões, das formações e das subformações existentes na área de estudo, permitindo-se uma observação e uma discussão mais ampla do conjunto.

Concluídas todas as etapas do mapeamento, as identificações foram registradas, juntamente, com as respectivas legendas, sendo disponibilizadas nos meios analógico e/ou digital. Encerrada a etapa de construção do mapeamento final, a informação produzida pode ser armazenada e gerenciada, em banco de dados de plataforma livre, através dos programas PostgreSQL e PostGIS.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A utilização da informação hipsométrica no mapeamento da vegetação, tendo-se, como referência, a “Classificação da Vegetação Brasileira, adaptada a um Sistema Universal”, de autoria de Veloso, Rangel Filho e Lima (1991), mostra-nos a eficácia dessa ferramenta, para subsidiar o delineamento das formações e das subformações florestais, como se pode constatar no mapeamento proposto (Figura 6).

**Figura 6 – Mapa de cobertura vegetal proposto**



Fonte: elaborada pelos autores (2018)

Nessa proposição, as Florestas Ombrófilas Densas de Terras Baixas (Db) e as Florestas Ombrófilas Densas Submontanas (Ds) apresentaram uma forma bastante modificada, em relação à do mapa oficial, tanto nos aspectos quantitativo e qualitativo das classes quanto na sua espacialização, enquanto as representações das Florestas Ombrófilas Abertas das Terras Baixas (Ab) e das Florestas Ombrófilas Abertas Submontanas (As), oriundas do recorte estadual, ou seja, da folha ao milionésimo, sofreram redução cartográfica no recorte municipal, obtendo uma representatividade inferior a 26 hectares, sendo descartadas do mapeamento. Na Tabela 4, é possível

verificar a diferença de resultados, quando comparadas as informações do Mapa Oficial e as do Mapa Proposto.

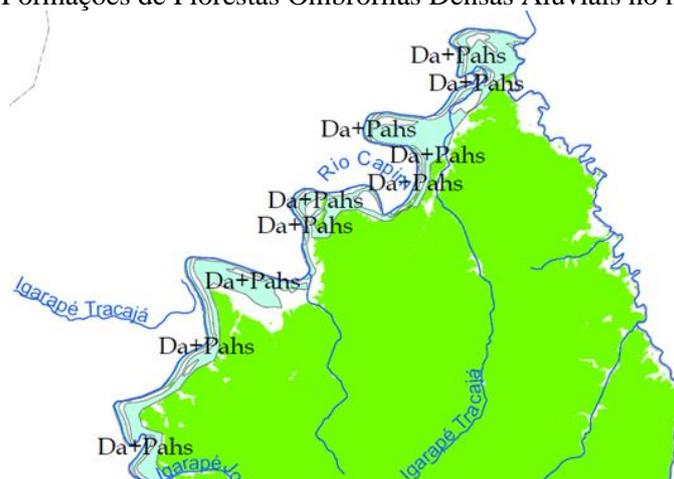
**Tabela 4** – Análise comparativa entre o mapa oficial e o mapa proposto

Tipo de Vegetação (Legenda)	MAPA OFICIAL		MAPA PROPOSTO	
	ÁREA		ÁREA	
	Km <sup>2</sup>	%	Km <sup>2</sup>	%
<b>Db</b>	5.690,6874	43,65	6.902,5371	52,95
<b>Ds</b>	7.167,7264	54,98	5.955,7767	45,68
<b>Ab</b>	0,0656	0,01	0,0656	0,01
<b>As</b>	17,1486	0,13	17,1486	0,13
<b>Da</b>	160,2846	1,23	160,2846	1,23
<b>TOTAL</b>	<b>13.035,9126</b>	<b>100</b>	<b>13.035,9126</b>	<b>100</b>

Fonte: elaborada pelos autores (2018)

As informações do mapa oficial, referentes ao antropismo, foram preservadas, não sendo feita a sua atualização no mapa de cobertura vegetal proposto. A área da formação Floresta Ombrófila Densa Aluvial se manteve inalterada neste processo metodológico, pelo que se concluiu que a metodologia aplicada na pesquisa foi insuficiente, para o delineamento seguro desta formação, uma vez que vários registros no mapeamento apontam para a necessidade de considerar a inclusão de outros materiais e métodos, que resultem em melhor acurácia no delineamento desta tipologia.

**Figura 7** – Formações de Florestas Ombrófilas Densas Aluviais no mapa proposto



Fonte: elaborada pelos autores (2018)

Nesse sentido, técnicas de sensoriamento remoto e de geoprocessamento, com a utilização de imagens de satélite, operando na faixa das micro-ondas, de preferência, na banda “L”, associadas à aplicação de um processo metodológico específico, para delimitar espacialmente os ambientes aluviais, poderia ser uma alternativa, para o

adequado mapeamento dessas formações (MARTINIS, S.; RIEKE, 2015; ROSENQVIST, 2002; WHITE, 2015). O uso desse procedimento deve considerar a necessidade de duas passagens do sensor, para a coleta de imagens, sendo uma no inverno amazônico e outra no verão amazônico, de forma que haja uma diferença de intensidade (brilho) nos pixels, nas regiões de florestas, próximas aos cursos d'água, para que a delimitação desses ambientes possa ser realizada de forma segura, elevando a qualidade do mapeamento.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados alcançados nesta pesquisa apontam fortemente para a necessidade de utilizar informações altimétricas no mapeamento da cobertura vegetal, quando se emprega a Classificação da Vegetação Brasileira, adaptada a um Sistema Universal, já estudada e explicada no trabalho de Veloso, Rangel Filho e Lima (1991), pois os resultados alcançados no mapeamento da cobertura vegetal do município de Paragominas demonstram que ajustes devem ser executados no restante do mapeamento oficial da região da Amazônia Legal, nos âmbitos estadual, regional e nacional.

No tocante a esta pesquisa, durante a execução dos trabalhos, identificou-se que as unidades de mapeamento da formação aluvial devem ser mais bem investigadas, a fim de aperfeiçoar o delineamento feito. Nesse sentido, ao longo do trabalho, propuseram-se ações metodológicas, objetivando aperfeiçoar a acurácia posicional dos ambientes aluviais, especificamente.

A despeito desse aspecto pontual, compreendeu-se que o produto final gerado se mostrou um instrumento eficaz, que deve ser mais bem utilizado, em ações de governo, voltadas às áreas do planejamento territorial e dos desenvolvimentos local e regional.

## REFERÊNCIAS

ESPARTEL, L. **Curso de topografia**. 9. ed. Rio de Janeiro: Globo, 1987.

GARCIA, G. J.; PIEDADE, G. C. R. **Topografia aplicada às ciências agrárias**. 5. ed. São Paulo: Nobel, 1984.

IBGE. **Manual técnico da vegetação brasileira**: sistema fitogeográfico, inventário das formações florestais e campestres, técnicas e manejo de coleções botânicas, procedimentos para mapeamentos. 2 ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2012. (Manuais Técnicos em Geociências, n. 1).

IBGE. **Introdução ao processamento digital de imagens**. Rio de Janeiro: IBGE, 2001. (Manuais Técnicos em Geociências, n. 9).

MARTINIS, S.; RIEKE, C. Backscatter analysis using multi-temporal and multi-frequency SAR data in the context of flood mapping at river Saale, Germany. **Remote Sensing**, v. 7, n. 6, p. 7732-7752, 2015.

ROSENQVIST, A. et al. The use of spaceborne radar data to model inundation patterns and trace gas emissions in the central Amazon floodplain. **International Journal of Remote Sensing**, v. 23, n. 7, p. 1303-1328, 2002.

VELOSO, H. P.; RANGEL FILHO, A. L. R.; LIMA, J. C. A. **Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal**. Rio de Janeiro: IBGE/Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, 1991. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/monografias/GEBIS%20-%20RJ/classificacaovegetal.pdf>. Acesso em: 21 out. 2018.

WHITE, L. et al. A collection of SAR methodologies for monitoring wetlands. **Remote Sensing**, v. 7, n. 6, p. 7615-7645, 2015.