

## Planejamento de unidades de gestão diferenciada em projeto de manejo florestal sustentável na Amazônia.

Daniel de Almeida Papa<sup>1,2</sup>  
Alexandre Pansini Camargo<sup>1</sup>  
Evandro Orfanó Figueiredo<sup>2</sup>  
Luiz Carlos Estraviz Rodriguez<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidade de São Paulo - USP/ESALQ  
Caixa Postal 96 - 13416-000 - Piracicaba - SP, Brasil  
lcer@usp.br  
apcamargo10@gmail.com

<sup>2</sup> Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA  
Caixa Postal 321 – BR-364 - Km 14, Rio Branco - AC, Brasil  
daniel.papa@embrapa.br  
evandro.figueiredo@embrapa.br

**Abstract.** Among the logging methods, the Exploration of Reduced Impact (ERI) is the one that brings most financial benefits to producers and to the environment due to the use of macro and micro forest planning techniques. The limitation of this method is the systematic techniques to planning the area, using analogic X,Y coordinate to locate trees and streams on the inventory process. With low accuracy to represent the physical environment and location of trees in production units results in a low operating efficiency and higher environmental interference. The purpose of this work is to integrate the forest planning considering environmental heterogeneity, integrating GNSS receiver, radar altimetric data (SRTM) and the hydrographic micro zoning. The study was done in Sena Madureira, state of Acre, Brazil From the inventory of 5.992 trees generated a volume raster and from the stream shape could be possible to construct the permanent protection area (APP). With this both information, using raster calculate processes, were created 4 unites of management areas. Each unit of management has differentiated intensive capacity to receive infrastructure of yard, road and skidtrail. The categories are: 0 to 60 volume m<sup>3</sup>. ha<sup>-1</sup>, 60.01 to 90 m<sup>3</sup>. ha<sup>-1</sup>, 90.01 to 120.00 m<sup>3</sup>. ha<sup>-1</sup> and 120.01 to 150 m<sup>3</sup>. ha<sup>-1</sup>, discounting the areas of environmental protection and hydrography. Adopting additional information as volumetry, APPs and hydrographic micro zoning unit differentiated management of forest management in the Amazon.

**Palavras-chave:** forest management accuracy, Modeflora, GNSS, geographic information system, reduced impact exploration. manejo florestal de precisão, sistema de informação geográfica, exploração de impacto reduzido.

### 1. Introdução

A Exploração de Impacto Reduzido (EIR) é uma metodologia criada na década de 90 como alternativa à exploração madeireira convencional feita na Amazônia (IFT, 2011). Nela, as técnicas de uso da floresta são agrupadas em atividades pré-exploratórias, exploratórias e pós-exploratórias (Sabogal, 2009). No que se refere às atividades pré-exploratórias, a EIR estabeleceu importantes diretrizes para o manejo sustentável da floresta, dentre elas o inventário florestal censitário (100%) e o micro zoneamento do relevo. O primeiro trata-se de uma atividade de medição, avaliação e localização da população de árvores com potencial comercial por meio de coordenadas X,Y. O segundo, que também adota coordenadas analógicas, é aplicado para o mapeamento das características topográficas e hidrográficas relevantes da área. O uso de técnicas de EIR representou aumento de renda líquida em média de 19% (IFT, 2011) devido melhoria na eficiência das operações executadas a partir de um planejamento prévio. Por outro lado, o planejamento sistemático, plotado em uma grade cartesiana, é falho na representação das variações topográficas, hidrográficas e localização de árvores no talhão florestal, com erros de localização de árvores, por exemplo, de até 30

metros (Figueiredo *et al.*, 2008). Por esse motivo, muitos erros passam despercebidos pela equipe técnica e pelos órgãos ambientais, tendo como consequência, por exemplo, a abertura de estradas em áreas com baixo potencial madeireiro; excessivo número de pontes e monitoramento ineficaz das operações de campo, baixo rendimento operacional na operação de arraste de toras e maior dano ambiental em áreas de preservação permanente não mapeadas. Neste sentido, o objetivo desse trabalho é apresentar um método de planejamento florestal por unidades de gestão diferenciada que considere a heterogeneidade espacial da paisagem mapeada a partir de coordenadas geográficas coletadas com receptor GNSS, imagens de radar e processamento em ambiente de Sistema de Informação Geográfica.

## 2. Metodologia de Trabalho

### 2.1 Área de estudo

O estudo foi realizado na fazenda Guarujá, localizada no município de Sena Madureira, no Estado do Acre. A propriedade tem área total de 2.837 hectares, sendo 941 hectares de área desmatada e 1.896 hectares de reserva legal. A área de reserva legal foi dividida em cinco Unidades de Produção Anual (UPAs), sendo a UPA 04, com 382 hectares, alvo deste trabalho (Figura 1). O trabalho de campo foi realizado entre os meses de setembro e outubro de 2008.

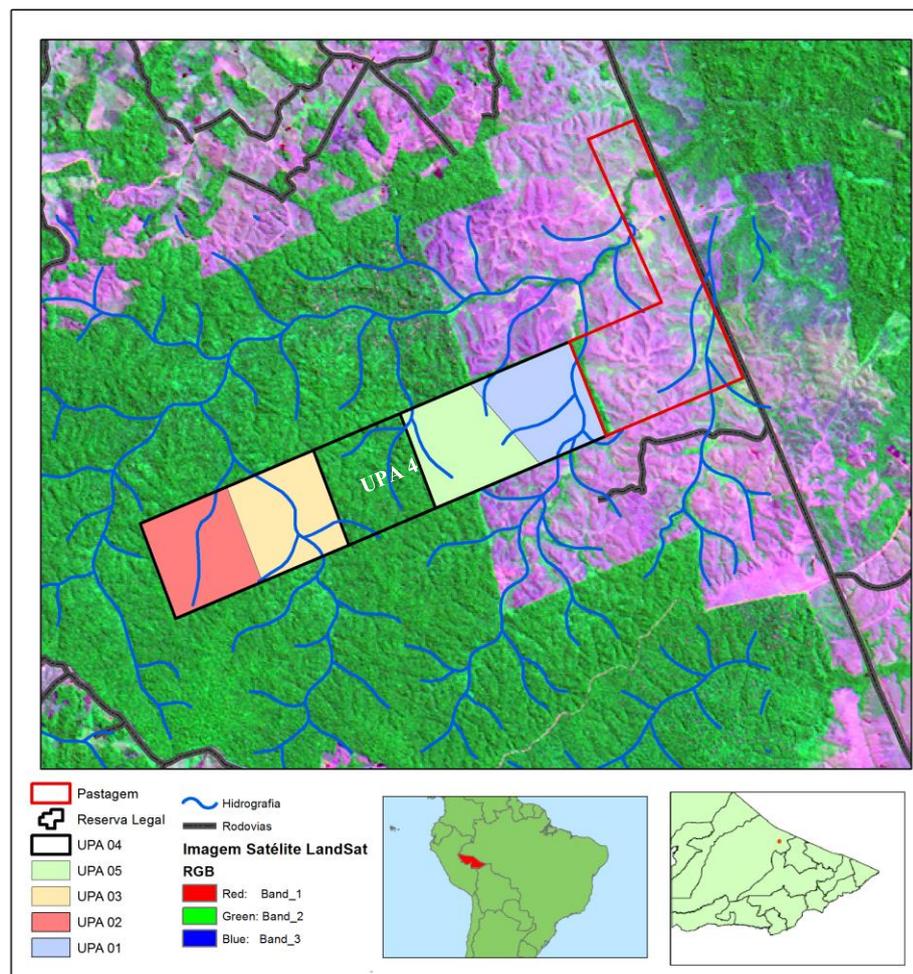


Figura 1. Mapa de localização da área de estudo.

## 2.2 Coleta de dados

A equipe de campo foi composta por cinco operários, sendo um identificador botânico, um plaquetador, um tomador de medidas (altura e diâmetro), um operador de receptor GPS e um anotador (caderneta de campo) para a realização do inventário censitário. A equipe de microzoneamento foi composta de dois operários, um para manuseio do receptor GPS e outro de apoio. O mapeamento das árvores, do relevo e da hidrografia seguiu metodologia do Modelo Digital de Exploração Florestal – Modeflora (Figueiredo, *et al*, 2007) (Figura 2). Foram levantados todas os indivíduos com diâmetro maior ou igual à 35 cm medidos à 1,30 metros de altura. Cada indivíduo inventariado teve sua localização geográfica (ponto) obtida com receptor GPSMAP 76 CsX (Garmin), código C/A, além do registro do nome popular da espécie, qualidade da madeira, altura e número de placa de identificação. O microzoneamento da UPA 04 foi feito com o caminhamento com receptor GPS às margens dos cursos d'água, registrando as coordenadas geográficas em forma de vetor linha (*tracking*) e o relevo obtido de modelagem da imagem de radar. A topografia do terreno da UPA 04 foi obtida a partir de imagens de radar do Programa SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission* - Missão Topográfica por Radar Interferométrico). Foram utilizados os softwares TrackMaker Profissional, ArcGis e SendMap para coleta, edição e elaboração de mapas. As coordenadas são UTM e Datum SAD 69 em todo o projeto de manejo.



Figura 2. a) Inventário florestal com uso de receptor GPS; b) Microzoneamento da hidrografia; c) anotação de dados em caderneta de campo.

## 3. Resultados e Discussão

Foram mapeados 5.992 indivíduos arbóreos na UPA 04 com distribuição espacial equivalente a 15,6 árvores/hectare. A partir da ferramenta *Density point* do ArcGis, foram gerados dois arquivos *raster*: o Mapa de Densidade Florestal e o Mapa de Volumetria (Figura 3). Os dados apresentados a seguir foram gerados a partir do censo florestal, com exceção das espécies protegidas por lei.

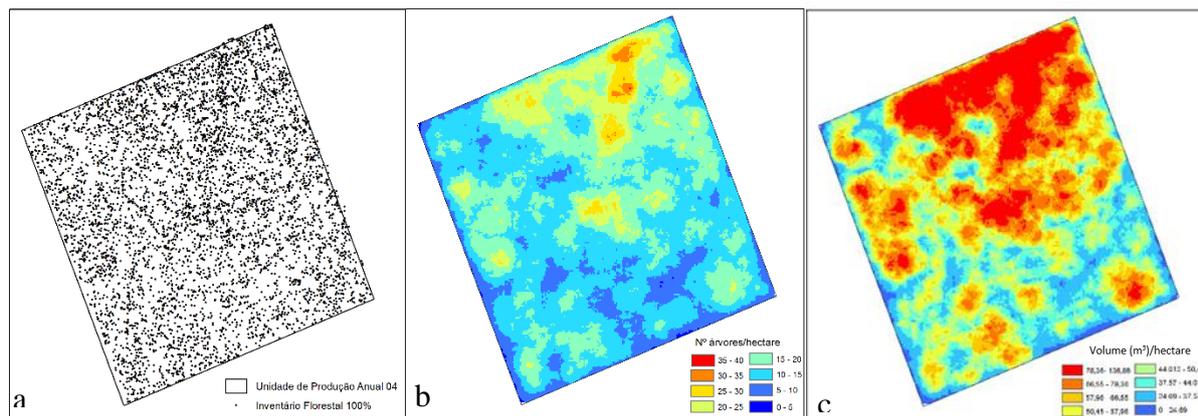


Figura 3. a) Localização das árvores na UPA 04; b) Mapa de Densidade Florestal na UPA 04 e; c) Mapa de Volumetria na UPA 04.

É possível observar na Figura 3 uma concentração maior de indivíduos arbóreos e também de volume na região norte da UPA 04.

Para produzir o microzoneamento da hidrografia foram percorridos 14,5 quilômetros às margens dos principais cursos d'água da UPA 04. A partir do *tracking* do receptor GPS foram gerados três arquivos *shapefiles*, sendo um a rede de drenagem (linha), os pontos de nascente e a Área de Preservação Permanente - APP (polígono). Imagens SRTM, barométrica e arquivos do ZEE (Acre, 2006) foram usados para validar os dados de campo em ambiente SIG.

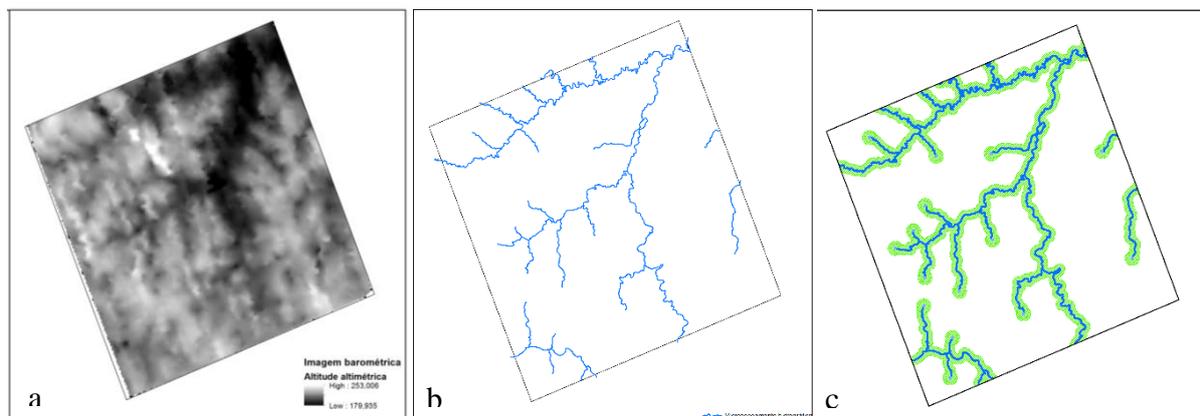


Figura 4. a) Imagem barométrica gerada a partir da altitude coletada pelo receptor GPS; b) Microzoneamento da hidrografia; c) Área de Preservação Permanente – APP feito com ferramenta *buffer* no ArcGis.

O mapeamento dos cursos d'água mostra-se bem ajustado com a imagem da topografia do terreno gerado pelo sensor barométrico do receptor GPS. É necessária calibração diária do receptor GPS, durante o inventário censitário, para produção de uma imagem barométrica de boa qualidade. O *buffer* da APP foi feito com uma margem de 35 metros para cada lado do vetor de linha e 50 metros de raio para o vetor nascente.

Ao comparar as Figuras 3 e 4, nota-se que existe, para a UPA 04 da Fazenda Guarujá, uma forte influência da topografia do terreno na densidade e volumetria de árvores inventariadas no censo. A variação da estrutura horizontal da floresta (abundância e área basal) em função da topografia é uma das causas sugeridas por estudos de diversidade de ambientes na região amazônica, juntamente com características edáficas e dinâmica florestal, e variáveis de precipitação, temperatura e umidade. (Gama, et al., 2005; Conde e Tonini, 2013; Silva, et al., 2015; Souza e Souza, 2004; Figueiredo, et al., 2015).

### 3.1 Unidade de Gestão Diferenciada

Para a delimitação das Unidades de Gestão Diferenciada, foram utilizados os planos de informação: Mapa de Volumetria e APP. A imagem *raster* de volumetria foi reclassificada em 4 zonas com a ferramenta *reclassify* do Arcgis e transformada em *shapefile* (polígono). A área de APP (90 hectares) foi retirada das unidades de manejo com a ferramenta *Symmetrical Difference* do ArcGis, pois tratam-se de áreas protegidas por lei, onde a extração de árvores é proibida (Figura 5).

As Unidades 3 e 4 possuem maior concentração volumétrica por hectare e estão localizadas próximas às áreas de APP, isto é, nas regiões de menor altitude do talhão (norte do mapa). Entretanto representam juntas apenas 5,5% da área total da UPA. Quanto à infraestrutura de exploração nestas zonas, deve-se ter cautela, pois são áreas de maior fragilidade ambiental, de relevo mais acidentado e suscetíveis à encharcamento. Os pátios devem ser instalados, sempre que possível, no centro da zona 4 para obter alta eficiência nas operações florestais em função da menor distância de arraste e alta concentração volumétrica. A Unidade 2 representou 34% da área total da proposta de Unidade de Gestão Diferenciada, e pode receber maior quantidade de pátios de estocagem por estar localizada em áreas mais afastadas da APP e em locais com relevo levemente ondulado à plano, além de conter densidade volumétrica superior à média da UPA, que é 60 m<sup>3</sup>/ha. A Unidade 1 é responsável por 62% da área total da UPA 04 e concentra-se na parte sul do talhão, região mais alta, onde concentram-se maior parte das nascentes. Nesta zona recomenda-se vasta infraestrutura de estradas traçadas pelos divisores de água, para acessar as unidades 2, 3 e 4 e a instalação de pátios de estocagem mais afastados entre si que nas demais unidades.

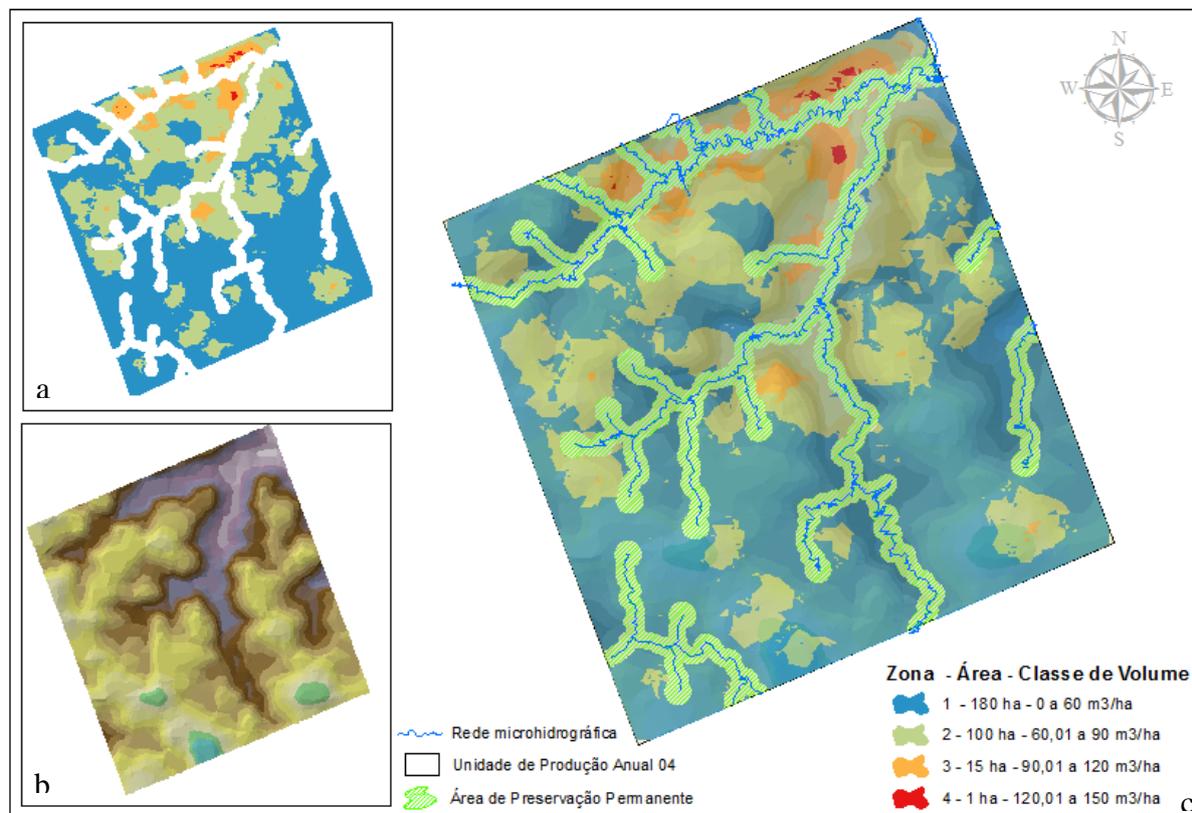


Figura 5. a) Imagem *raster* de volumetria reclassificada e sem influência da APP; b) Modelo Digital do Terreno gerado a partir da imagem SRTM e; c) Proposta de Unidades de Gestão Diferenciada (Zonas).

#### 4. Conclusões

Com as informações de volumetria e área de preservação permanente foi possível gerar Unidades de Gestão Diferenciada em uma área de manejo florestal na Amazônia. A topografia do terreno influenciou a densidade volumétrica na UPA 04 e deve ser considerada para instalação da infraestrutura de exploração florestal.

#### 5. Agradecimentos

Agradecimentos à Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa Acre, pelo fornecimento da base de dados para a realização deste trabalho.

#### 6. Referências Bibliográficas

- ACRE. Governo do Estado do Acre. **Programa Estadual de Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado do Acre. Zoneamento ecológico-econômico.** Arquivos (Shapefile), 2006.
- Condé, T. M.; Tonini, H. F. **Fitossociologia de uma Floresta Ombrófila Densa na Amazônia Setentrional, Roraima, Brasil.** Acta Amazonica, v. 43(3), p. 247-260, 2013.
- Figueiredo, S. M. de M.; Venticinque, E. M.; Figueiredo, E. O.; Ferreira, E.J. L. **Predição da distribuição de espécies florestais usando variáveis topográficas e de índice de vegetação no leste do Acre, Brasil.** Acta Amazonica, v. 45(2), p. 167 – 174, 2015.
- Figueiredo, E.O.; Cunha, R.M. Levantamento das Árvores com Coordenadas Apropriadas com GPS de Alta Sensibilidade. In: Figueiredo, E.O.; Braz, M.E.; d'Oliveira, M.V.N. (Org.). **Manejo de Precisão em Florestas Tropicais: Modelo Digital de Exploração Florestal.** 1ed. Rio Branco: Embrapa Acre, 2007. v. 1, p. 101-118.
- Figueiredo, E.O.; Lima, Q.S. **Coefficientes Técnicos para o Inventário e Manejo Florestal com Emprego do Modelo Digital de Exploração Florestal (Modelflora).** Rio Branco: Embrapa, 2008 (Comunicado Técnico).
- Gama, J.R.V., Souza, A.L., Martins, A.L.S.S.V., Souza, D.R. **Comparação entre florestas de várzea e de terra firme do Estado do Pará.** R. Árvore, Viçosa-MG, v.29, n.4, p.607-616, 2005.
- Instituto Floresta Tropical, **Manejo de florestas naturais da Amazônia: corte, traçamento e segurança /** Marlei M. Nogueira; Valdevez Vieira; Arivaldo de Souza; Marco W. Lentini. – Belém, PA: IFT, 2011.
- Sabogal, C. **Diretrizes técnicas de manejo para produção madeireira mecanizada em florestas de terra firme na Amazônia brasileira.** Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2009.
- Silva, K. E, Souza, C. R., Azevedo, C. P. e Rossi, L. M. B. Dinâmica florestal, estoque de carbono e fitossociologia de uma floresta densa de terra-firme na Amazônia Central. **Scientia. Forestalis.**, Piracicaba, v. 43, n. 105, p. 193-201, mar. 2015.
- Souza, D. R.; Souza, Agostinho Lopes. Estratificação Vertical em Floresta Ombrófila Densa de Terra Firme não Explorada, Amazônia Central. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.28, n.5, p.691-698, 2004.