

## **Análise da paisagem através de Sistema de Informação Geográfica um estudo de caso da cidade de Serra do Navio-AP**

Dário Rodrigues de Melo Junior <sup>1</sup>  
Érica Patrícia Viegas Dos Santos <sup>1</sup>  
Olavo Rodrigues Fagundes Neto <sup>1</sup>  
Rubens Ferro dos Santos <sup>1</sup>  
Tasso Wesley Barreto Galeno <sup>1</sup>  
Patrícia Helena Turola Takamatsu <sup>1</sup>  
Fabiano Luís Belém <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal do Amapá  
Rod. Juscelino Kubitschek, Km-02, - Caixa Postal 6800  
68903-419 - Macapa - AP, Brasil  
dariojr.ap@hotmail.com  
viegas\_eric@hotmail.com  
olavorfneto@gmail.com  
rubensferro@hotmail.com  
wesley.tasso2011@gmail.com  
patritak@gmail.com  
flb.geo@gmail.com

**Abstract.** Environmental issues are increasingly complex, with an increase in the consequences of environmental impact mainly in areas where mining takes place in the last decades. In view of this, this study aims to reveal the landscape changes in its temporal aspect and raise the possible existing impacts in the region of Serra do Navio / AP, was given the objective of features it by mapping the use and occupation the city land within the last twenty-nine years, aiming to analyze it conceptually by Landscape Ecology. As methodological procedure, were acquired images of the years 1985, 1995, 2005 and 2014 TM / LANDSAT\_5 satellites. After this, there was georeferencing and 433-2 RGB image classification using the parallelepiped algorithm. For the classification adopted the following landscape typology of vegetation, mining, exposed soil, urban areas, ponds and rivers, putting them as map classes of land use and occupation. Was obtained as a result maps of the area in question pointed to the development of land use and land cover from 1985 to 2014, confirming the profound changes in the landscape. Due to this, proved to be the transformation and significant changes in the quality of the environment anthropomorphized highlighting the impact of mining activity change and the expansion of the urban area.

**Palavras-chave:** remote sensing, landscape ecology, Serra do Navio, sensoriamento remoto,, ecologia da paisagem.

## 1. Introdução.

O termo paisagem é um dos conceitos geográficos mais abrangentes e utilizados para a caracterização das feições fisiográficas, geológicas e geomorfológicas de uma região da crosta terrestre. Segundo Bertrand (1972); Christofoletti (1987); Turner (2001), Tricart (1977), Tricart (1982), a paisagem é determinada como porção do espaço que resulta da combinação dinâmica dos elementos físicos, biológicos e antrópicos, os quais devem se interagir de maneira a formar a um conjunto único e indissociável em constante transformação.

A unidade de paisagem é um termo interdisciplinar, mais dinâmico devido aos elementos de alteração que podem ocorrer sobre ela como, por exemplo, os processos de erosão sobre a vertente e processos antrópicos. Isto faz com que a paisagem ocorra em grande evolução podendo com isto alterar a estrutura e a composição através do tempo.

A área de estudo, conforme Figura 1, se insere dentro do município de Serra do Navio que foi historicamente criado para abrigar os funcionários da ICOMI - Indústria e Comércio de Minérios, firmando em 1953 um contrato de exploração do manganês amapaense por 50 anos. Contudo, como a reserva se esgotou antes do tempo previsto, em 1993 a empresa encerrou as atividades de exploração mineral e deixou o estado do Amapá. Enquanto a sede do município estava sendo administrada pela empresa, a Vila era considerada um modelo de organização e eficiência. Representando a rede de maior projeto privado do Estado do Amapá, a Vila possuía diversos serviços, o que proporcionava a sua população melhor amparo. Entretanto, após ter sido transformada em Município a sede passou a ser administrada pela Prefeitura Municipal e deixou de ser responsabilidade da empresa privada, mas em decorrência de dificuldades financeiras, a administração pública não conseguiu manter infraestrutura e os padrões implantados pela ICOMI, São visíveis os sinais de decadência na cidade, onde em muitos casos as instalações e estabelecimentos estão abandonada. Com a saída definitiva da ICOMI e de sua parceira norte-americana *Bethlehem Steel*, Serra do Navio conheceu um fenômeno novo: a favelização oriunda da miséria que se alastra na infraestrutura urbana (Tostes et. al, 2016). Atualmente, o município de Serra do Navio, tem uma população de aproximadamente 4.938 habitantes segundo estimativa do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (IBGE,2010).

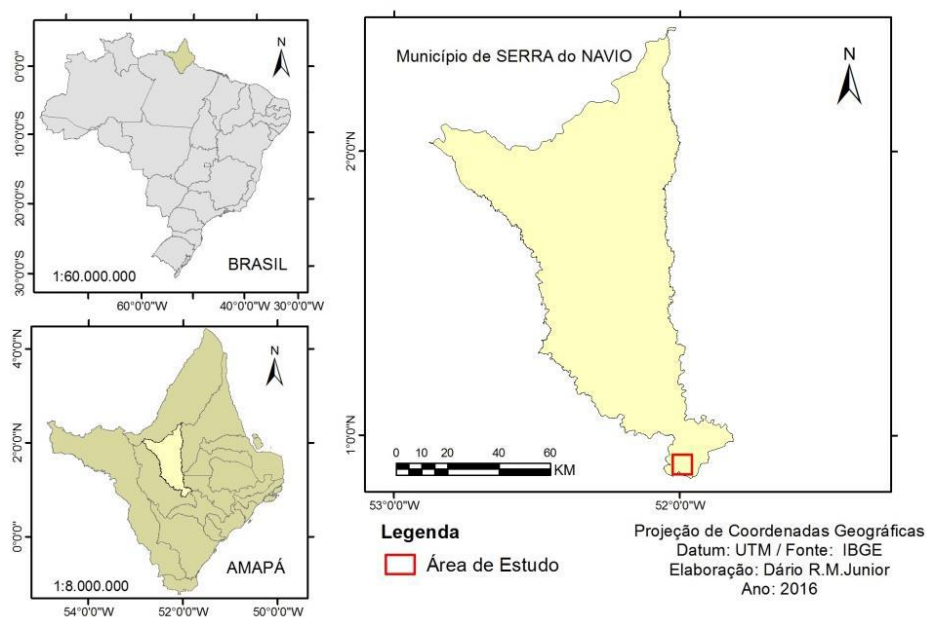


Figura 1: Mapa de localização da Área de estudo

Neste trabalho realizou-se uma análise espacial do uso e ocupação do solo do município de Serra do Navio com o objetivo de destacar as alterações da paisagem sofridas. Ao se analisar as condições do meio ambiente numa perspectiva sistêmica, portanto interativa, a análise espacial permite estabelecer correlações entre diferentes fatores que possam interferir na evolução de um determinado fenômeno ambiental, permitindo estabelecer cenários mais realistas que ensejem planejar melhores soluções a serem tomadas, visando à minimização de impactos e sustentabilidade ambiental (CRHISTOFOLETTI, 1999). Portanto, analisar-se-á o impacto ambiental da exploração do minério de manganês no município de Serra do Navio pelo lapso temporal dos últimos quarenta e três anos.

## 2. Objetivo

Este trabalho tem o objetivo mostrar as mudanças da paisagem que ocorreram no município de Serra do Navio ao longo de vinte e nove anos, desde o auge da exploração do minério de manganês até a decadência de sua exploração com a cessão das atividades da empresa ICOMI (Industria de Comercio e Mineração) que tinha o monopólio de exploração de manganês em Serra do Navio. Este estudo tem como objetivo obter uma análise ambiental através do mapeamento do uso e ocupação da terra.

## 3. Metodologia de trabalho

Para realizar este trabalho utilizaram-se técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento. Primeiramente, foram utilizadas neste estudo imagens de satélites TM/LANDSAT\_5 órbitas 226/59 disponibilizadas pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais-INPE dos anos de 1985, 1995, 2005 e 2014, conforme Figura 2. Totalizando quatro imagens selecionadas para criar um mapa multi temporal com uma diferença de dez anos entre cada imagem. Para o processamento digital das imagens foram utilizados o software ENVI v.5.0® e o software ArcGIS® versão 10.3.

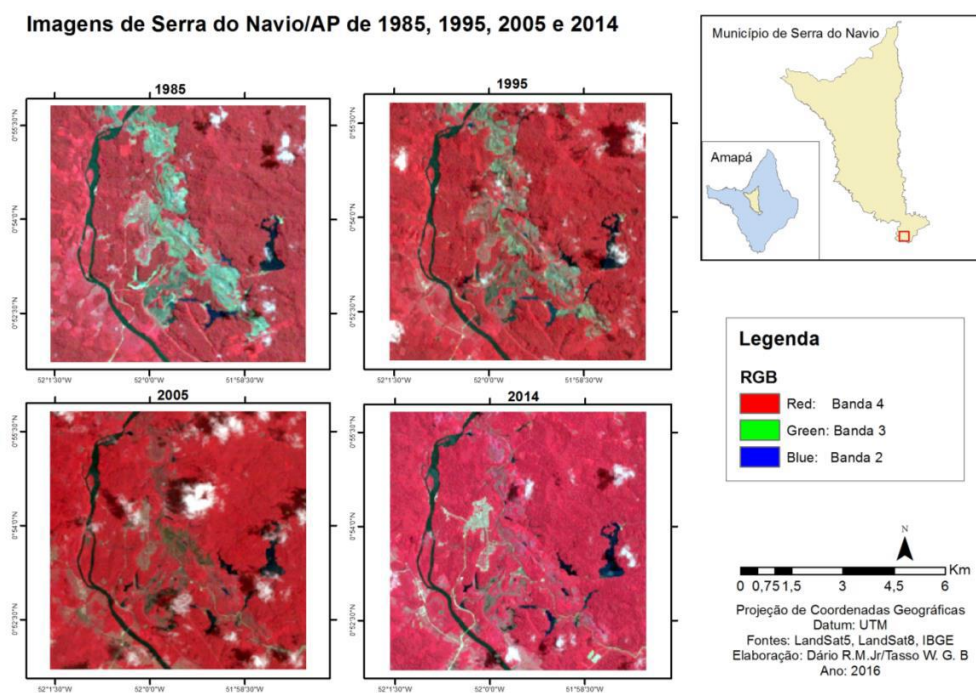


Figura 2: Imagens do município de Serra do Navio, RGB 432 nos anos 1985, 1995,2005, 2014.

As imagens dos satélites Lansat tem resolução espacial de 30 metros e assim foi possível melhorar a qualidade visual da mesma realizando os procedimentos de correção radiométrica e geométrica da imagem. Para realizar o georreferenciamento destas imagens foi utilizada a base com a imagem OLI\_TIRS/LANDSAT\_8 que são georreferenciadas.

No software ArcGIS® foi processada a imagem OLI\_TIRS/LANDSAT\_8 do ano 2014 (mais recente) selecionando a área de estudo, criando-se um *shapefile*. Utilizando este *shapefile* no software ENVI® constituiu o recorte da área de estudo de todas as demais imagens. Realizou-se uma composição RGB nas imagens TM/ LANDSAT\_5, seguindo a ordem RGB-432 resultando numa imagem falsa cor. Sob as imagens de falsa cor foi realizada a coleta das amostras dos diferentes alvos/classes e posteriormente realizada as classificações.

A partir disto foi possível as feições geográficas presentes nesta área. Para a classificação adotou-se as seguintes tipologias de paisagem de áreas de vegetação, mineração, solo exposto, áreas urbanas, lagoas e rios.

A classificação utilizada foi a pixel a pixel supervisionada, sendo o método paralelepípedo. De acordo com Meneses & Almeida (2012) este método utiliza os valores dos pixels de cada classe de treinamento estimados por um limite superior e um limite inferior de valores digitais, que são identificados como as dimensões das bordas do paralelepípedo. A partir disso, geraram-se mapas de uso e ocupação do solo dos anos de 1985, 1995, 2005 e 2014.

Realizou-se trabalho de campo no dia 22/04/2016 com o objetivo de reconhecer as feições geográficas e da área de estudo. No dia 26/05/2016 realizou-se novo levantamento em campo para realizar a conferência dos mapas temáticos.

#### 4. Resultados e Discussão

O método aplicado permitiu obter o mapa multi temporal do uso e ocupação do solo da cidade de Serra do Navio dos anos 1985 a 2014, com o objetivo de identificar a mudança paisagem, conforme será apresentado nas figuras a seguir.

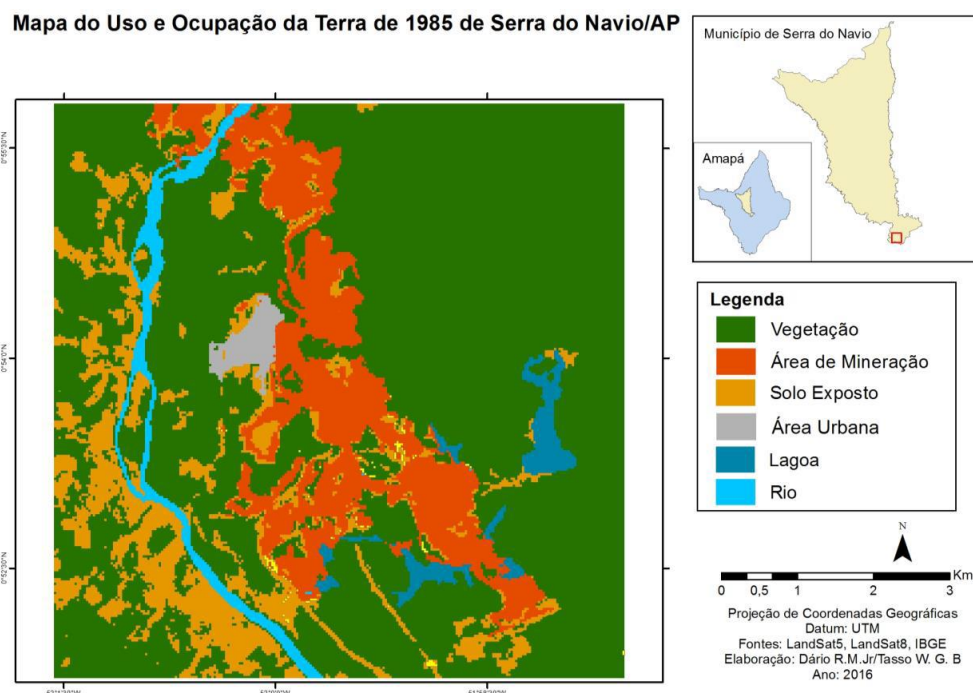


Figura 3: Imagens classificada de 1985

No mapa de uso e ocupação do solo de 1985 identificou-se uma grande área mineração evidencia decorrente à época da comprovação da alta exploração de minério de manganês que chegava a trezentas mil toneladas neste ano (Tostes et. al, 2016). As áreas de solos expostos apresentam-se as margens do Rio Araguari já que as tais áreas próximas ao rio eram utilizadas para a agricultura e pecuária para poder manter a população que trabalhava na exploração de minério de manganês.

Conforme abordado na introdução, a partir de 1993, a empresa ICOMI encerra a realização de suas atividades no município de Serra de Navio, fazendo com que grande parte da população saia do município. Além disso segundo o IBGE (2000) houve um aumento dos desempregados no município que fez com que a periferia do município fosse ocupada. A diminuição da população causou uma diminuição da produção agrícola do município como pode ser comprovado na Figura 4. Houve também um aumento do número de lagoas causados principalmente, porque as minas chegavam até o lençol freático e a partir disso, as antigas minas foram transformadas em lagoas utilizando-se desta água (IEPA,2013).

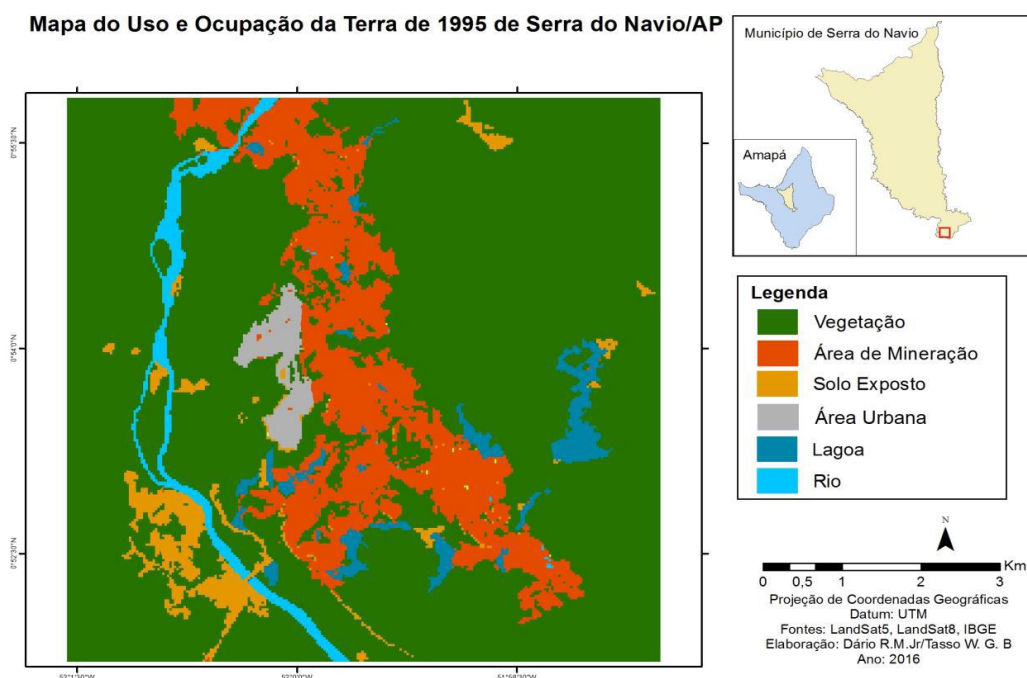


Figura 4: Imagens classificada de 1995

No mapa de uso e ocupação do solo de 2005, conforme Figura 5, já podemos observar que ocorre uma diminuição da área urbana do município de Serra do Navio, podendo se comprovar o ocorrido principalmente pela emigração dos trabalhadores do município (IEPA,2013). Ocorre também aumento das áreas rurais do município com o objetivo de abastecimento da área urbana de Macapá.

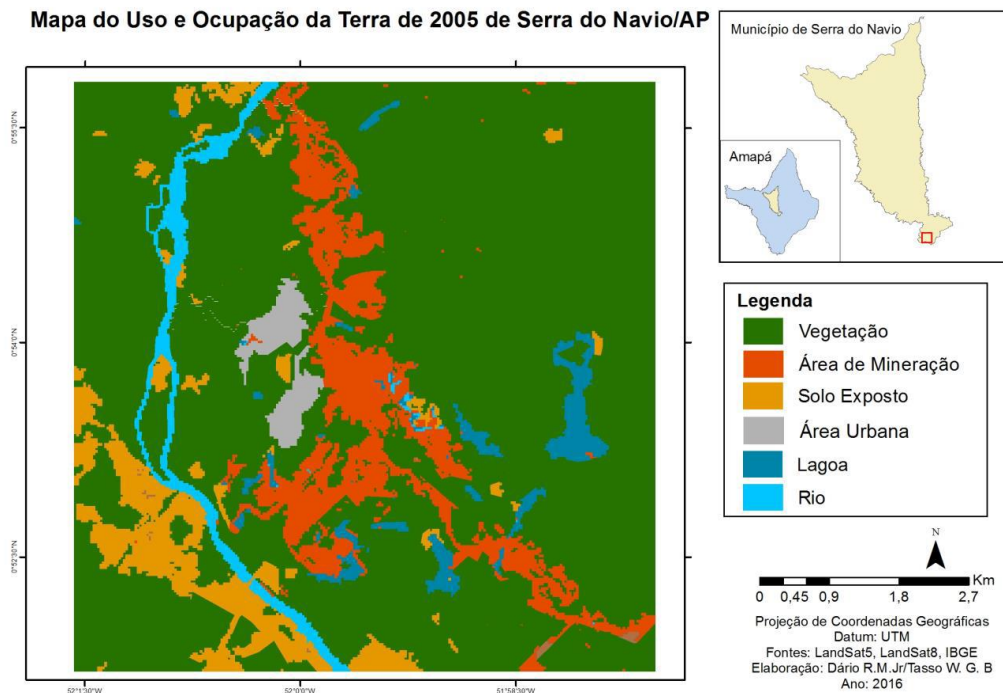


Figura 5: Imagens classificada de 2005

Na imagem de 2014, Figura 6, no município observa a tendência ao aumento do solo exposto podendo-se inferir que é decorrente da exploração de madeira naquela região do estado do Amapá (IEPA,2013).

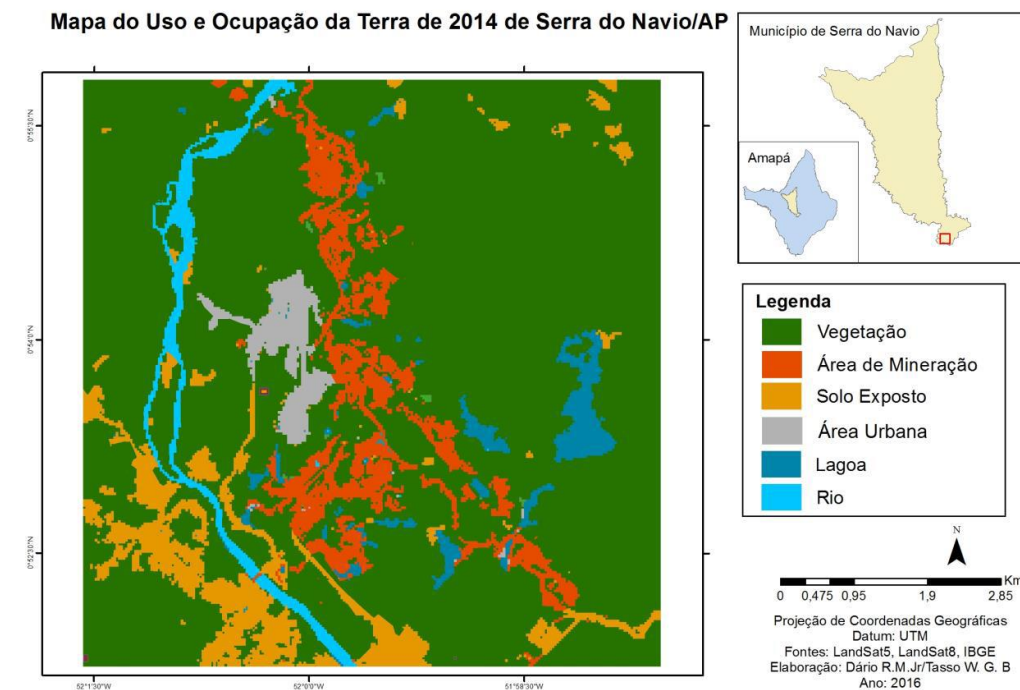


Figura 6: Imagens classificada de 2014

Conforme consolidação do estudo das áreas de cada classe mapeada em cada imagem, conforme Tabela 1, detectou-se que no período analisado houve um aumento da área de vegetação e uma diminuição da área de mineração. Isto comprova que há uma regeneração da vegetação no município de Serra do Navio decorrente quase total desativação da atividade econômica de mineração em virtude da saída da exploração concedida a ICOMI. Além disso, houve uma diminuição das áreas de solo exposto e um aumento das áreas urbanas, mesmo já não ocorrendo exploração mineral indicando que o município geopoliticamente incorporou outras atividades que continuaram o processo de ocupação urbana, confirmando o citado na introdução, que há um processo de favelização ocorrendo.

**Tabela 1. Tabulação das áreas em metros quadrados de cada Classe**

Classes/anos	1985	1995	2005	2014
Vegetação	39.095.250 m <sup>2</sup>	43.138.245m <sup>2</sup>	43.985.933m <sup>2</sup>	44.849.066m <sup>2</sup>
Mineração	7.606.100 m <sup>2</sup>	8.273.460 m <sup>2</sup>	5.294.063 m <sup>2</sup>	3.904.410 m <sup>2</sup>
Solo exposto	7.269.448 m <sup>2</sup>	1.915.860 m <sup>2</sup>	3.742.883 m <sup>2</sup>	3.907.394 m <sup>2</sup>
Áreas Urbanas	560.000 m <sup>2</sup>	883.500 m <sup>2</sup>	913.900 m <sup>2</sup>	1.228.590 m <sup>2</sup>
Lagoas	1.054.600 m <sup>2</sup>	1.447.741 m <sup>2</sup>	1.472.330 m <sup>2</sup>	1.419.300 m <sup>2</sup>
Rio	1.337.600 m <sup>2</sup>	1.264.500 m <sup>2</sup>	1.519.158 m <sup>2</sup>	1.388.545 m <sup>2</sup>

A partir da Tabela 1 detectou-se uma análise estatística em que se apresentou uma correlação negativa significativa de -0,7 entre as áreas de mineração e de vegetação comprovando novamente que ao longo do tempo com a desativação da exploração de minério de manganês se reconstituiu a vegetação.

Além disso, houve uma correlação positiva significativa de 0,9 entre a vegetação e área urbana e uma correlação negativa significativa de -0.6 entre a área urbana e solo exposto. Isto mostra que as áreas urbanas do município de Serra do Navio aumentaram sobre as áreas de solo exposto que eram utilizadas para as áreas agrícolas (Britto, 1994).

## 5. Considerações finais

Através do uso de imagens de satélite consegue-se realizar a delimitações das regiões de impacto ambiental causados pela mineração. Além disso, a resolução temporal consegue apresentar a dinâmica da paisagem ao longo do tempo. Neste estudo numa análise de vinte e nove anos ficou claro que os efeitos da mineração ficaram evidentes na paisagem. No trabalho de campo ficaram evidente os efeitos de mineração na cidade onde há indícios da falta de políticas públicas ambientais para a conservação e recuperação de áreas degradadas para além da falência do modelo econômico de mineração no município e o surgimento de outras atividades econômicas que revertem a paisagem do status natural para o urbanizado.

## 6. Agradecimentos

Especial agradecimento à Universidade Federal de Goiânia (UFG-IESA), por intermédio do Programa de Doutorado em Geografia e à Universidade Federal do Amapá, por intermédio dos Cursos de Geografia-Bacharelado e Arquitetura e Urbanismo, além do Programa de Auxílio ao Pesquisador (PROPEV) e a Pró-reitora de Extensão e Ações Comunitárias (PROEAC) da Universidade Federal do Amapá através do Departamento de Extensão (DEX).

## 7. Referencias Bibliográficas.

Araújo, C. A. S.. **Aplicações de técnicas de sensoriamento remoto na análise multitemporal do ecossistema manguezal na Baixada Santista**, SP. 2010. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

Britto, D. **Extração Mineral na Amazônia: a experiência da exploração de manganês da Serra do Navio no Amapá**. Dissertação (Mestrado). Belém, NAEA-Universidade Federal do Pará, 1994

Christofoletti, A. **Significância da Teoria de Sistemas em Geografia Física**. Boletim de Geografia Teórica, Rio Claro, v. 16-17, n. 31-34, 1987.

Christofoletti, A. **Modelagem de sistemas ambientais**. Edgard Blücher, 1999.

Forneck, E. D. **Estrutura e dinâmica da expansão florestal em mosaico natural de floresta-savana: da ecologia de comunidades de espécies lenhosas à ecologia de população de plântulas de *Murcia palustris* d.C. (Myrtaceae) no morro Santana**, Tese (Doutorado) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS, Porto Alegre. 2007.

IBGE. **Censo 2000**. Disponível em:<  
[http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/default\\_censo\\_2000.shtm](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/default_censo_2000.shtm)>. Consultado em: 04 marco. 2016.

IBGE. Censo 2010. Disponível em:<<http://www.censo2010.ibge.gov.br/>>. Consultado em: 05 maio. 2016.

Instituto Estadual De Pesquisa Do Amapá -IEPA. Atlas: Zoneamento **Ecológico-Econômico do Estado do Amapá**. Macapá: IEPA-ZEE, 2013. 1 atlas (44p.): 8 mapas, color. Escala 1:700 000.

Lang, S.; Blaschke, T. **Análise da Paisagem com SIG**. Oficina de Textos, 2009.

Meneses, P. R.; Almeida, T. (org.) **Introdução ao processamento de imagens de sensoriamento remoto**. Brasília: CNPq, 2012. 266 p

Merry, F. et al. Balancing conservation and economic sustainability: the future of the Amazon timber industry. **Environmental Management**, v. 44, n. 3, p. 395-407, 2009.

Morais, R. P.; Carvalho, T.M. Aspectos dinâmicos da paisagem do lavrado, nordeste de Roraima. **Revista Geociências**, v. 34, n.1, p. 55-68, 2013.

Nepstad, D. et al. The end of deforestation in the Brazilian. **Amazon. Science**, v. 326, n. 5958, p. 1350-1351, 2009

Soares-Filho, B.S. **Modelagem da dinâmica de paisagem de uma região de fronteira de colonização amazônica**. 1998. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

Stickler, C.M. et al. The potential ecological costs and cobenefits of REDD: a critical review and case study from the Amazon region. **Global Change Biology**, v. 15, n. 12, p. 2803-2824, 2009

Tostes, J. A.; Barrozo, J. M.; Cordeiro, N. F.; Rezende, T. G. **Serra do Navio: o mito da cidade no meio da selva**. Disponível em:< <http://www.anppas.org.br/>> Acesso em: 9 abr. 2016.

Turner, M. G.; Gardner, R. H.; O'Neill, R. V. Landscape ecology in theory and practice: pattern and process. **Springer Science & Business Media**, 2001.

Watanabe. M; **Análise integrada da paisagem da bacia do rio Mutum-Paraná (RO), 2011. Dissertação (Mestrado).. Universidade Federal de Rondônia.**