

Uso de imagem LandSat – 5 TM na análise temporal do desmatamento na área de uma Reserva de Desenvolvimento Sustentável do Estado do Amazonas, Brasil

Manoel de Jesus de Souza Miranda¹
Jorge Alberto Lopes da Costa¹
Rogério Ricardo da Silva¹
Lizit Alencar da Costa¹
José Augusto Figueira da Silva¹
Maria Ruth Rodrigues Ribeiro¹
Luzia Pinheiro de Lira¹
Antonio Tadeu Barbosa dos Santos¹
Marcos Herve Pinheiro Junior¹

¹ Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais e Ambientais –PPGCIFA/ Universidade Federal do Amazonas – UFAM. Av. General Rodrigo Octávio Jordão Ramos, 3000, CEP: 69077-000, Coroado I - Manaus/Amazonas, Mini-Campus, setor Sul, Bloco F. manoelforest@gmail.com, jcosta@inpa.gov.br, rogricsil@yahoo.com.br lcosta@ufam.edu.br, maroto75@hotmail.com, mariaruthribeiro@yahoo.com.br, luzialira@yahoo.com.br, tadeuabs@ig.com.br, marcosherve@hotmail.com,

Abstract: This survey was conducted in Sustainable Development Reserve (SDR) Uatumã, which has a land area of 424,430 hectares, located in northeastern of State of Amazonas between the towns of São Sebastião of Uatumã and Itapiranga. The research objective was to analyze the dynamics of land occupation, taking into consideration the areas of forest cover in the RDS Uatumã in the nine years using satellite images from the satellite LadSat 5 TM. We used the method of supervised classification maximum likelihood (MAXVER) to 95% intensity and post-classification of thematic categories were applied threshold 2 and 5 weight and then were performed the steps in "mapping" for the identification of areas of their classes analyzed. The results showed an increase of 5% of primary forest in the years 1999 to 2008 and a reduction of approximately 80% of areas with exposed soil in the period interval of nine years. The regeneration of secondary vegetation in areas that had traces of bare ground in 1999 covering 12,500 hectares may have contributed to a 30% increase in the values of fallow for the year 2008. The technique used supervised MAXVER was effective in assessing the intensity of deforestation in the area where the research was performed, showing an excellent contrast between areas of deforestation evaluated in 1999 and 2008.

Palavras-chave: Remote sensing, Image processing, Conservation units, Sensoriamento Remoto, Processamento de Imagem, Unidades de conservação

1. Introdução

A escala e intensidade crescente das atividades humanas têm impactos significativos em outras partes destes ecossistemas, com efeitos locais, nacionais e globais. Assim como, pode contribuir na aceleração da perda de florestas a mudanças climáticas e perda da biodiversidade (FEARNSIDE, 2003).

Como estratégia de conter o desmatamento em paralelo ao crescimento econômico, em particular na região Amazônica, criar e implementar unidades de conservação é uma necessidade urgente diante do acelerado processo de degradação ambiental do planeta (AMAZONAS, 2007)

A Reserva de Desenvolvimento Sustentável (RDS) Uatumã foi criada através do decreto 24.295 de 25 de junho de 2004, com área territorial de 424.430 hectares, localizada a nordeste do Estado do Amazonas entre os municípios de Itapiranga e São Sebastião do Uatumã e nela estão contidas 256 famílias em 20 comunidades ribeirinhas (IDESAN, 2009).

A RDS é cortada pelo Rio Uatumã, de águas escuras, afluente da margem esquerda do Rio Amazonas, apresentando em alguns trechos altos ao longo das suas margens, composição de argila terciária e a presença de alguns minérios (Veloso *at al.*, 1991)

Segundo Barros (2000), em 1970 a mineradora Paranapanema iniciou as atividades de extração do minério cassiterita ao longo do rio e construiu uma base hidrelétrica em um dos principais afluentes, Rio Pitinga, e nos anos 80 Eletronorte construiu a hidrelétrica de Balbina no meio do seu percurso, formando uma grande área inundável e um impacto ambiental imensurável quanto à perda da biodiversidade.

As atividades de mineração e a exploração de outros recursos naturais na área eram intensos até o período em que o local passou a fazer parte de uma unidade de conservação. Segundo IDESAM (2009), além das atividades contidas no plano de gestão da RDS Uatumã como o plano de manejo florestal com aplicação de uso múltiplo extrativista, a instalação de parcelas permanentes para monitoramento da biodiversidade e mais recentes foi incorporada na gestão da reserva o programa bolsa floresta.

O bolsa floresta trata-se de um programa que institui o pagamento por serviços ambientais pelo reconhecimento às comunidades tradicional ribeirinhas que residem nas áreas de unidades de conservação de uso sustentável do Amazonas, que inicialmente foi coordenado pela Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável SDS e a partir de do ano de 2008 passou a ser gerenciado por uma instituição privada denominada Fundação Amazonas Sustentável – FAS (Viana, 2008).

Segundo Florenzano (2008), as imagens obtidas por sensores remotos, ao recobrirem sucessivas vezes a superfície terrestre, possibilitam o estudo e o monitoramento dos fenômenos naturais e dinâmicos do meio ambiente, como o desmatamento, assim como localizar geograficamente e quantificar as áreas de cobertura florestal, uso e ocupação do solo.

Nessa perspectiva a comunidade científica vem nos últimos anos intensificando e direcionando esforços técnicos em potencializar o conhecimento da área de sensoriamento remoto, e seus produtos, as imagens de alta, média e baixa resolução espacial e temporal têm sido investigadas, através das específicas abordagens de extração de informações, respeitando-se evidentemente as características do fenômeno sob estudo, seja ele em nível local, regional e global (Disperati e Santos, 2008).

De acordo com Jensen (2009), o sistema de sensor LandSat-5 Thematic Mapper (TM), é um sensor óptico-mecânico “whiskbroom”, que registra a energia das regiões do visível, infravermelho refletido, infravermelho de ondas curtas (SWIR), e infravermelho termal do espectro eletromagnético, operando na órbita terrestre desde de 1984.

O mesmo autor cita ainda que, o sensor TM constitui um dos mais bem sucedidos sensores de observação dos recursos naturais e estudos da vegetação, dispondo das seguintes

características: possui imagem com resolução espacial de 30m x 30m para as bandas 1 a 5 e 7, e banda 6 do infravermelho termal com resolução espacial de 120m x 120m.

O objetivo desta pesquisa é analisar a dinâmica da ocupação da terra, levando em consideração as áreas de cobertura florestal na RDS Uatumã no período de 9 anos por meio de subsídio de imagens orbitais Landsat 5 TM disponíveis gratuitamente.

2. Material e Métodos

2.1. Área de estudo

A área de estudo na presente pesquisa (Figura 1) apresenta formato irregular com buffer de 1500m de raio a partir dois lados do perímetro da margem do rio principal, cobrindo uma área de aproximadamente 175.526,18 hectares de amostragem da área total da RDS Uatumã.

A utilização de um raio medindo 1500 metros a partir da margem da rede hidrográfica do rio Uatumã e de seus principais afluentes (Figura 1.), justifica-se pelo fato da ocupação antrópica ser mais concentrada nessas áreas próximas da calha hidrográfica. Tais afirmativas foram embasadas, a partir da observação em campo realizada no período de coleta de dados e pela análise visual das imagens Landsat 5 TM.

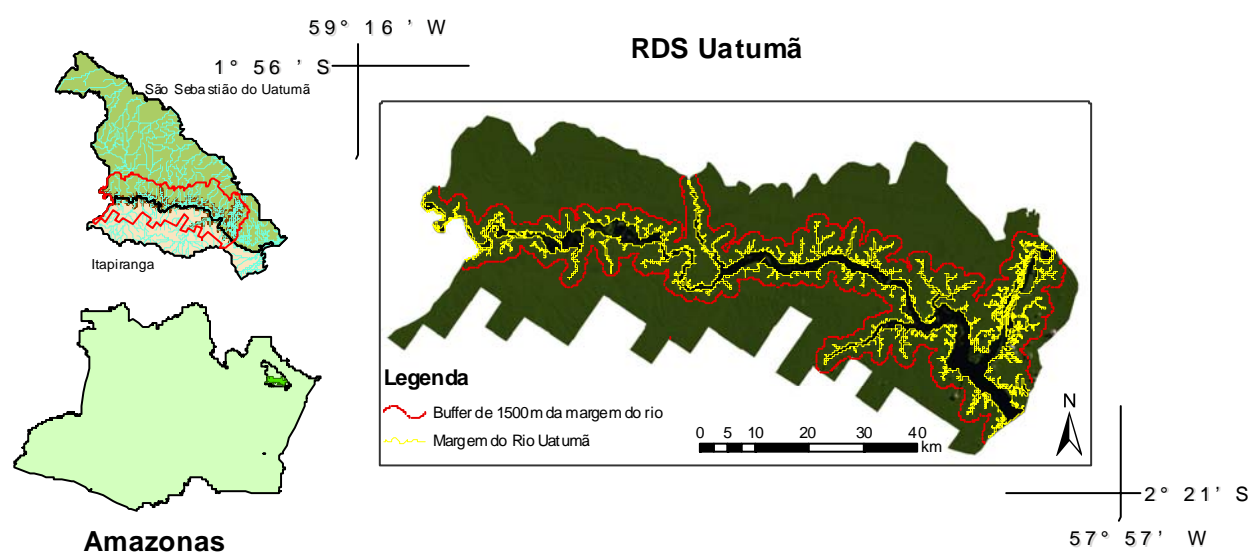


Figura 1. Localização e delimitação da área de pesquisa, RDS Uatumã, Amazonas, Brasil

Segundo Ferreira (2009), a topografia da área é relativamente simples, originando uma paisagem bastante homogênea. Esta se reflete basicamente em dois compartimentos principais: o compartimento superior, regionalmente tratado como “Terra Firme”, composto por áreas planas e/ou dissecadas por tramas de igarapés, com solos pobres originados de arenitos horizontais; e o compartimento inferior, verdadeiras “planícies de inundação”, localmente tratada por igapó, além de parcialmente recobertas por manchas da vegetação de Campinarana e Campina, estas associadas aos compartimentos intermediários (paleovárzeas).

2.2. Procedimento metodológico

Na presente pesquisa, as análises foram realizadas com base nas informações de dois períodos distintos (1999 a 2008) com intervalo de nove anos de imageamento do satélite LandSat-5 TM. Entretanto, as imagens de outros períodos e as mais recentes apresentaram-se com forte incidência de nuvens, inviabilizando as análises.

Os dados utilizados nesta pesquisa incluíram dados vetoriais e matriciais georreferenciados das unidades de conservação do Estado do Amazonas no Instituto de Proteção Ambiental do Amazonas (IPAAM), base de dados geográficos, disponível em formato digital disponibilizado na biblioteca do site do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). As imagens em formato digital, obtida via Internet do catálogo do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) do satélite LandSat 5-TM, cenas 229-062; 230-061e 230-062, nas bandas 3, 4 e 5, nas datas de 17/ 07/ 1999 e 23/ 07/ 2008, respectivamente.

No período de 08 a 25 de agosto de 2008 foi realizado o trabalho de campo, com um levantamento das áreas usos em toda a calha do Rio Uatumã, correspondente o perímetro de limite RDS. Nessa atividade foram coletadas informações referentes ao uso e cobertura da terra como as áreas de pastagem, plantações e capoeira, juntamente com suas respectivas coordenadas geográficas utilizando aparelhos receptores de Sistemas de Posicionamento Global (GPS).

As etapas de pré-processamento como registro, recorte, realce, maosaicagem e correção geométrica das imagens, bem como, processamento digital das imagens para extração das informações referentes às classes temáticas e geração das cartas foram realizadas de acordo com os procedimentos apresentados por Santos *et al.*, (2010), utilizando o programa *Sistema para processamento de Informações Georreferenciadas* (SPRING), desenvolvido pelo Instituto de Nacional Pesquisas Espaciais (INPE).

O banco de dados foi construído no sistema de projeção UTM e datum SAD – 69. Pelo fato grande extensão territorial da RDS Uatumã foi necessária a realização da mosaicagem de três cenas para sua cobertura total da área para os dois períodos. Além da análise visual das imagens dos foram também, utilizados a base de dados com informações poligonais e pontuais das áreas das classes temáticas de capoeira, solo exposto, pastagens e plantações levantados na área da reserva no trabalho de campo. As classes temáticas analisadas foram: solo exposto, capoeira e floresta primária, ao todos foram utilizadas 15 amostras de treinamento dos algoritmos para cada classe temática

Com as bandas 3 (azul), 4 (vermelho) e 5 (verde) foi realizada composição colorida (RGB) das imagens LandSat 5 TM, “falsa cor” para análise (Ponzoni e Shimabukuro, 2010). O utilizado o método *máxima verossimilhança* a 95% de intensidade foi utilizado na análise digital, segundo Jensen (2009) trata-se de um o algoritmo de classificação paramétrica largamente utilizada em aplicações em sensoriamento remoto.

Na pós-classificação das classes temáticas foram aplicados limiar 2 e peso 5 (Santos *et al.*, 2010), e em seguida foram realizados as etapas de “mapeamento” para a quantificação das áreas das respectivas classes analisadas.

3. Resultados e Discussão

De acordo com a Figura 2.a regeneração da vegetação secundária nas áreas que apresentavam vestígios de solo exposto no ano de 1999 que abrangia 12.500 hectares, pode ter contribuído no aumento dos valores das áreas de capoeira para o ano de 2008 em 30%.

Na figura 2b. é mostrada nitidamente as maiores incidências de áreas de capoeira no ano de 2008, principalmente na região leste da reserva. Apesar da diminuição do desmatamento nas áreas de floresta primária, ainda é possível visualizar alguns pontos de solo exposto no ano de 2008, apesar de fazer quatro anos que essa área passou a ser unidade de conservação.

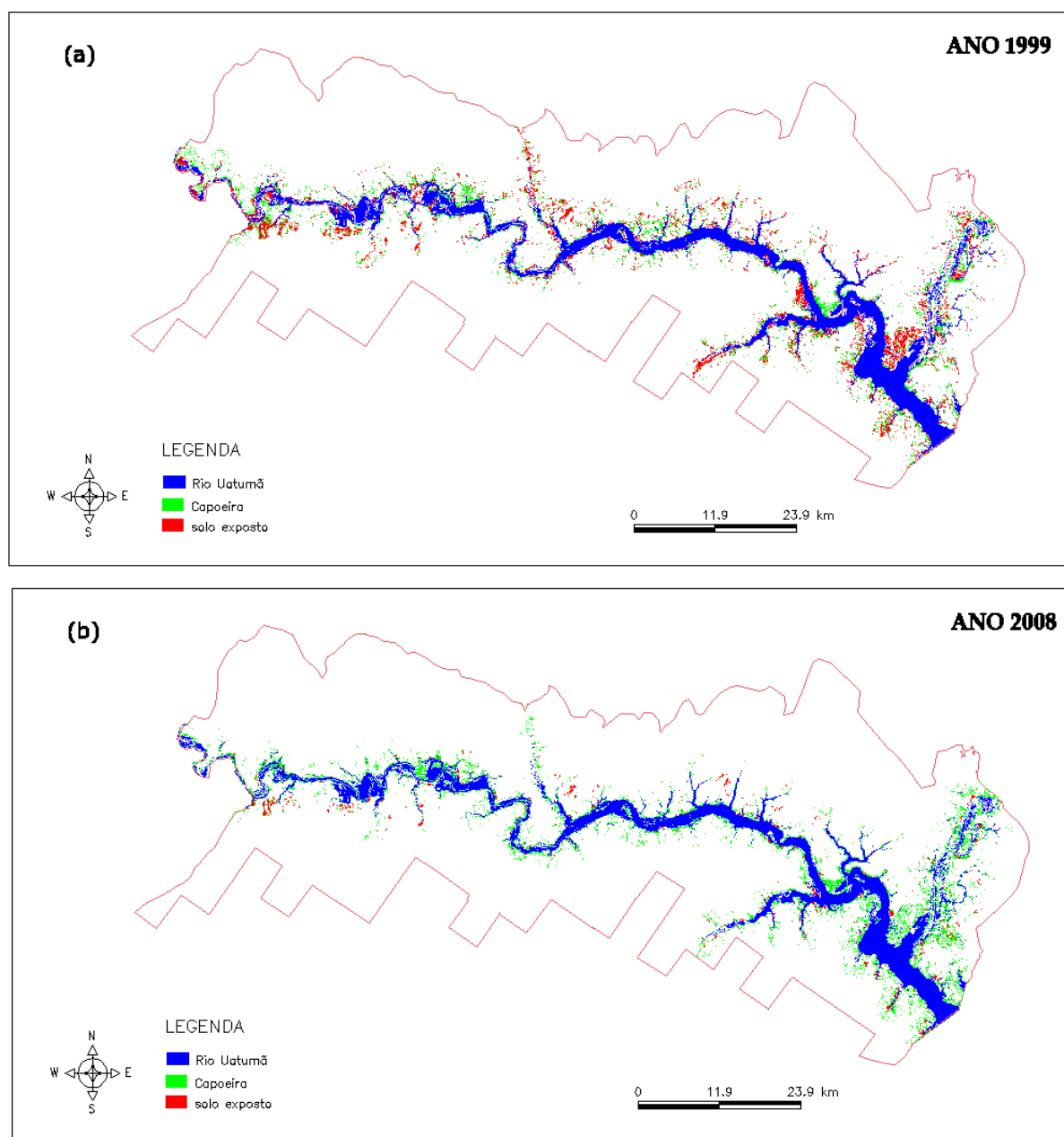


Figura 2. Mapa do desflorestamento da RDS Uatumã, Amazonas, Brasil: a) ano de 1999 e b) 2008

Os pontos correspondentes classe de solo exposto (Figura 2.) pode ter influencia com a pecuária e da agricultura de subsistência. Muitas áreas de pastagens foram plantadas em pontos de ocorrência de terrenos com predominância de solos de textura arenosa e encontram-se degradadas e outras abandonadas.

Os resultados dos dois períodos analisados mostraram que houve incremento de 5% de floresta primária no ano de 2008 e redução de aproximadamente 80% das áreas contendo solo expostos no período intervalo de nove anos (Figura 3.). Verifica-se também que as atividades envolvendo o uso da floresta teve uma diminuição significativa do ano de 1999 somando uma área medindo aproximadamente 110.000 hectares de floresta primária. Com o um incremento de 4,96% dos valores da floresta primaria registrada no ano de 1999 e 2008, abrangendo uma área de aproximadamente 115.000 hectares.

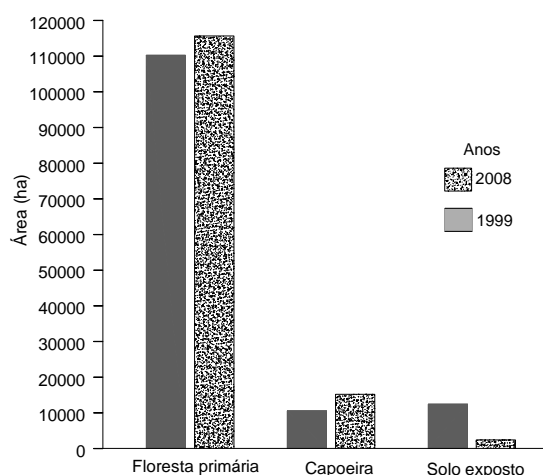


Figura 3. Dinâmica da cobertura da terra em dois períodos na RDS Uatumã, Amazonas, Brasil.

4. Conclusão

A técnica supervisionada máxima verossimilhança (MAXVER) utilizada mostrou-se eficaz na avaliação da intensidade do desflorestamento na área em que a pesquisa foi realizada, apresentando um excelente contraste entre as áreas de desflorestamento avaliadas no ano de 1999 e 2008.

Deste modo, conclui-se nos estudos regionais utilizando LANDSAT pode apresentar bom resultados para monitoramento visto que sua coleção de imagens abrange algumas décadas e com disponibilidade para acesso gratuito.

5. Agradecimentos

A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas (FAPEAM), pela bolsa de mestrado e ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais e Ambientais da Universidade Federal do Amazonas – PPGCIFA/ UFAM.

6. Referências Bibliográficas

Amaral, I. L.; Matos, F. D. A.; Lima, J. Composição florística e parâmetros estruturais de um hectare de floresta densa de terra firme no Rio Uatumã, Amazônia, Brasil. *Acta Amazônica*.v.30, n.03, p.377-392, 2000

Disperati, A. A.; Santos, J. R. Geotecnologias: a chave da integração de dados para otimizar o inventário e monitoramento florestal. *Ambiência*, Guarapuava, v.4, p.13-21, 2008

Ferreira, N. C. A (Org.). **Plano de Gestão da Reserva de Desenvolvimento Sustentável Uatumã**. Centro Estadual de Unidades de Conservação – CEUC/SDS, Manaus, 2009. 394.p

Fearnside, P. M. **A floresta Amazônica nas mudanças globais**. Manaus, INPA, 2003, 134p.

Florenzano, T. G. **Iniciação em sensoriamento remoto**. 2 ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2007. 101 p.

Gascon, C.; Moutinho, P. **Floresta Amazônica: Dinâmica, Regeneração e Manejo**. INPA/MCT Manaus, Amazona, 1998, 373p.

Guerra, A.T. **Estudo geográfico do território do acre**. IBGE. Rio de Janeiro, Conselho Nacional de Geografia, 1995. 295p.

Ibanez, D. M. Integração de dados de sensoriamento remoto (srtm e radarsat-1), geologia, gravimetria e magnetometria para estudo morfoestrutural da área do rio Uatumã, bacia do Amazonas. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos. 2007.163p

Instituto de Conservação e Desenvolvimento Sustentável do Amazonas – IDESAN. **Relatório de Atividades 2007/2008**. Manaus, 2009.87p

Jensen, J.R. **Sensoriamento remoto do ambiente: uma perspectiva em recursos terrestres**. São José dos Campos: Parêntese, 2009. 604 p.

Magalhães, C.S.; Ferreira, R.M. Áreas de preservação permanente em uma microbacia. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte. V. 21, n.207, p. 33-39, 2000.

Miranda, J. I. **Fundamentos de Sistema de Informações Geográficas**. 2 ed. Brasília: Embrapa, 2010, 436p.

Miranda, M. J. S; Cunha, U. S; Valente, R. S. **Mapeamento do uso da terra em propriedades de moradores da RDS Uatumã, como fase do Monitoramento Ambiental do Programa Bolsa floresta** (Relatório de estágio). Universidade Federal do Amazonas, Departamento de Ciências Florestais, Manaus, 2009. 21p.

Moura, A. C. M. **Geoprocessamento na gestão e planejamento urbano**. Belo Horizonte, Ed da Autora, 2003, 294 p.

PONZONI, F. J. e SHIMABUKURO, Y. E. **Sensoriamento remoto no estudo da vegetação**. São José dos Campos: Parêntese, 2010, 127p.

Santos, A. R.; Peluzio, T. M. O.; Saito, N. S. **SPRING 5.1.2. Aplicações e práticas**. Mundo da Geomática. Alegre: CAUFES, 153p. 2010

Veloso, H. P.; Rangel filho, A. L. R.; Lima, J. C. A. **Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal**. Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais- IBGE, Rio de Janeiro, 1992, 124p

Viana, V. M. Bolsa Floresta (Forest Conservation allowance): an innovative mechanism to promote health in traditional communities in the amazon. **Estudos Avançados** v.22, n.64, p.143-153, 2008