



## APLICAÇÃO DE SENSORIAMENTO REMOTO NO PROGRAMA DE EXTENSÃO EM SANEAMENTO NO AMAZONAS

**Lorena S. C. Silva** – lorenascsilva@msn.com

**Wellinton M. N. da Rocha** – wellinton\_mauricio@hotmail.com

**Elias S. Assayag** – elias\_assayag@yahoo.com.br

**Ellem C. M. de S. Contente** – ellem\_cont@hotmail.com

**Lilyanne R. Garcez** – lrgarcez@hotmail.com

Universidade Federal do Amazonas, Programa de Extensão em Saneamento no Amazonas.

Av. Rodrigo Otávio Jordão Ramos, 3000, Campus Universitário.

CEP 69.077-00 – Manaus - AM

**RESUMO:** *O presente trabalho mostra a experiência desenvolvida no programa de Extensão em Saneamento no Amazonas, envolvendo estudantes de graduação em engenharia de gás e petróleo para utilização do sensoriamento remoto como ferramenta na obtenção de dados e informações do uso do solo urbano nos municípios de Coari e Parintins, ambos no Estado do Amazonas. O desenvolvimento ocorreu com estudos teóricos e atividades práticas de obtenção e seleção de imagens de satélites, processamento computacional dessas imagens e avaliação dos resultados obtidos. Os resultados mostram que a ferramenta sensoriamento remoto é eficaz e indicada para o objetivo pretendido, no entanto, não é dispensável a atuação de um profissional habilitado e experiente para validar os resultados. No caso para Coari os resultados se mostraram consistente. Por sua vez, no caso de Parintins, os resultados obtidos são inconsistentes e decorrentes de erros operacionais. Essa situação traz o erro para o palco do processo pedagógico de iniciação de estudantes de graduação em atividades técnicas e científicas. Neste caso, o resultado inconsistente é entendido como uma oportunidade pedagógica para preparar o futuro engenheiro para lidar com tais situações.*

**Palavras-chave:** *Coari, Parintins, Sensoriamento Remoto.*

### 1. INTRODUÇÃO

O programa de Extensão em Saneamento no Amazonas (ESA) é uma ação da Universidade Federal do Amazonas (UFAM), com apoio da Pró-Reitoria de Extensão e Interiorização PROEXTI/UFAM e da Secretaria de Ensino Superior do Ministério da Educação MEC/SESu, com financiamento obtido por meio do PROEXT 2011 – Edital N° 04.

O programa ESA se desenvolve em três eixos independentes e ao mesmo tempo articulados entre si, que são: a) os seminários “Saneamento é Básico”, que são ações de mobilização social consistindo no diagnóstico dos serviços de saneamento das cidades de Parintins, Coari, Benjamim Constant, Humaitá e Itacoatiara, seguidos de seminários com a

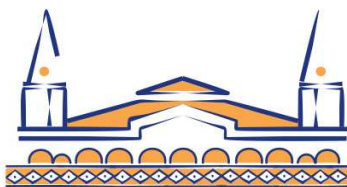
Realização:

 **ABENGE**

Organização:



**O ENGENHEIRO  
PROFESSOR E O  
DESAFIO DE EDUCAR**



comunidade onde são discutidos os resultados dos diagnósticos e construídas coletivamente propostas e alternativas realistas para melhoria; b) o curso de capacitação profissional em saneamento, que visa qualificar, por meio de curso de extensão, funcionários e colaboradores da Prefeitura Municipal de Parintins e do Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Parintins (SAAE Parintins); e c) o Laboratório de Hidrologia, que faz a integração entre o ensino pesquisa e extensão, e propicia a participação de estudantes da Faculdade de Tecnologia (FT) da UFAM nessas atividades na área de saneamento ambiental. Das linhas de atuação do laboratório, destaca-se o sensoriamento remoto aplicado ao saneamento ambiental.

O sensoriamento remoto pode ser entendido como um conjunto de atividades que permite a obtenção de informações dos objetos que compõem a superfície terrestre sem a necessidade de contato direto com os mesmos (MORAIS, 2002). Estas informações podem ser obtidas por meio de fotos de avião ou de satélite artificiais.

Segundo Florenzano (2007) nos satélites artificiais, a energia refletida ou emitida pela superfície terrestre e captada por sensores eletrônicos, é transformada em sinais elétricos, na qual são registrados e transmitidos para estações de recepção na Terra. O sensoriamento remoto é uma ferramenta que auxilia na elaboração de mapas, na coleta de dados, em reconhecimento de áreas de estudo sem conhecimento prévio, e no cálculo de área, além de possibilitar aplicações em inúmeras áreas, como: agricultura, meio ambiente, geologia, recursos hídricos, estudo de solos, florestas etc. (FIGUEIREDO, 2005).

No sentido de apoiar as ações dos seminários saneamento é básico, se encontra em curso no laboratório de hidrologia um esforço para desenvolver estudos e análises com base no sensoriamento remoto dos centros urbanos na área de atuação do programa ESA. Nesta etapa inicial se busca desenvolver o conhecimento básico teórico e prático de sensoriamento remoto, com base no estudo da literatura disponível e atividades práticas como consulta em base de dados de imagens disponibilizadas gratuitamente na internet, obtenção dessas imagens e desenvolvimento de aplicações básicas.

Inicialmente estão sendo estudados dois municípios da área de atuação do programa ESA, Coari e Parintins. A escolha de estudar o município de Parintins se deu com a intenção de gerar informações para o curso de capacitação profissional em saneamento. Em relação ao município de Coari, foi uma escolha dos estudantes do curso de engenharia de gás e petróleo participantes do estudo, uma vez que Coari é a região mais importante na produção de gás e petróleo no Estado do Amazonas.

O município de Parintins está localizado na Ilha Tupinambarana a leste do Estado do Amazonas, distante 325 km em linha reta e 420 km por via fluvial de Manaus, capital do Estado. Fundado em 15 de outubro de 1852, limita-se ao norte com o município de Nhamundá, ao sul com Barreirinha, a oeste com Urucurituba e a leste com o estado do Pará. Já o município de Coari está localizado na região do Médio Solimões, distante 363 km em linha reta e 463 km por via fluvial de Manaus. Limita-se ao norte com o município de Codajás, ao sul com Tapauá, a oeste com Tefé e Maraã e a leste com Anori. (ASSAYAG, 2011).

Assim, ao iniciar o desenvolvimento e aplicação dos conhecimentos em sensoriamento remoto, foi estabelecido como objetivo o estudo da evolução da área urbanizada dos dois municípios, Coari e Parintins, por meio dos seguintes indicadores: área ocupada por construções, área verde, área dos corpos d'água e de área degradada.



## 2. METODOLOGIA

Inicialmente, foram selecionados dois bolsistas, alunos de graduação, para desenvolver a linha sensoriamento remoto, no programa ESA. No caso, dois estudantes do quinto período do curso de engenharia de gás e petróleo. Os mesmos foram orientados para iniciar os estudos de forma autodidata pela leitura dos diversos trabalhos e livros sobre sensoriamento remoto. Em seguida, foi elaborado um estudo dirigido com base no livro “Iniciação em Sensoriamento Remoto: imagens de satélite para estudos ambientais” da autora Teresa Gallotti Florenzano.

Dando seguimento aos trabalhos, iniciou-se a parte prática em paralelo com o estudo teórico. A prática teve início com a instalação do aplicativo ENVI 4.2, versão de teste por 30 dias. Em seguida, os estudantes foram treinados nas operações básicas do aplicativo: abrir arquivo externo, carregar banda, salvar arquivo como padrão ENVI, recorte de imagem, classificação não supervisionada, região de interesse, definir região de interesse, classificação supervisionada, computar estatísticas e salvar arquivo.

Na sequência, foi consultado o banco de dados de imagens Landsat 5, sensor TM, disponível na internet no sítio do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). No catálogo de imagens, para a cidade de Coari, foram consultadas as cenas disponíveis para a órbita 233 no ponto 63, com cobertura máxima de nuvens  $Q1=10\%$ ,  $Q2=90\%$ ,  $Q3=90\%$  e  $Q4=90\%$ , no período de 29/05/1973 a 01/05/2012. Para a cidade de Parintins, a consulta foi direcionada para as cenas com órbita 229 no ponto 62, no período de 29/05/1973 a 01/05/2012, com cobertura máxima de nuvens  $Q1 = 90\%$ ,  $Q2 = 90\%$ ,  $Q3 = 10\%$  e  $Q4 = 10\%$ .

Do resultado da consulta, foram selecionadas para a cidade de Coari as imagens dos dias 27/05/1985 e 06/08/2011, e as imagens de Parintins nos dias 14/11/1991 e 17/08/2011. Em seguida foi feito o pedido das imagens junto ao INPE que respondeu positivamente fornecendo os endereços eletrônicos (*links*) para a transferência da imagem de um servidor para o computador local (*download*).

No ambiente do ENVI 4.2, com as imagens obtidas uma de cada vez, foram feitos recortes para utilizar apenas a região do estudo. Em seguida foram feitas classificações não supervisionadas. Analisadas as classificações não supervisionadas foram implementadas classificações supervisionadas.

Nas classificações supervisionadas, foram adotados os seguintes parâmetros: cenas, bandas, feições, pixels. Para Coari, foram definidas as seguintes classes: construções, área verde, corpos d’água e área degradada, nas duas datas identificadas. Em Parintins foram definidas as mesmas classes, sendo as imagens das datas já apresentadas.

Uma vez concluídas as classificações supervisionadas, foi utilizada a ferramenta computar estatísticas, que forneceu os resultados de cada classe expressos na forma de área.

Para análise dos resultados em relação aos corpos d’água em Parintins, foi necessário buscar informações com os dados de variação do nível da água do Rio Amazonas entre os anos de 2009 a 2011, uma vez que a variação da área dos corpos d’água se mostra muito significativa entre as datas das imagens, pois uma é do período de cheia do rio e a outra é do período de estiagem.



### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1. Resultados e análises para Coari

A Figura 1 mostra o resultado da classificação supervisionada para Coari, sendo 1A em 29/07/1985 e 1B em 06/08/2011.

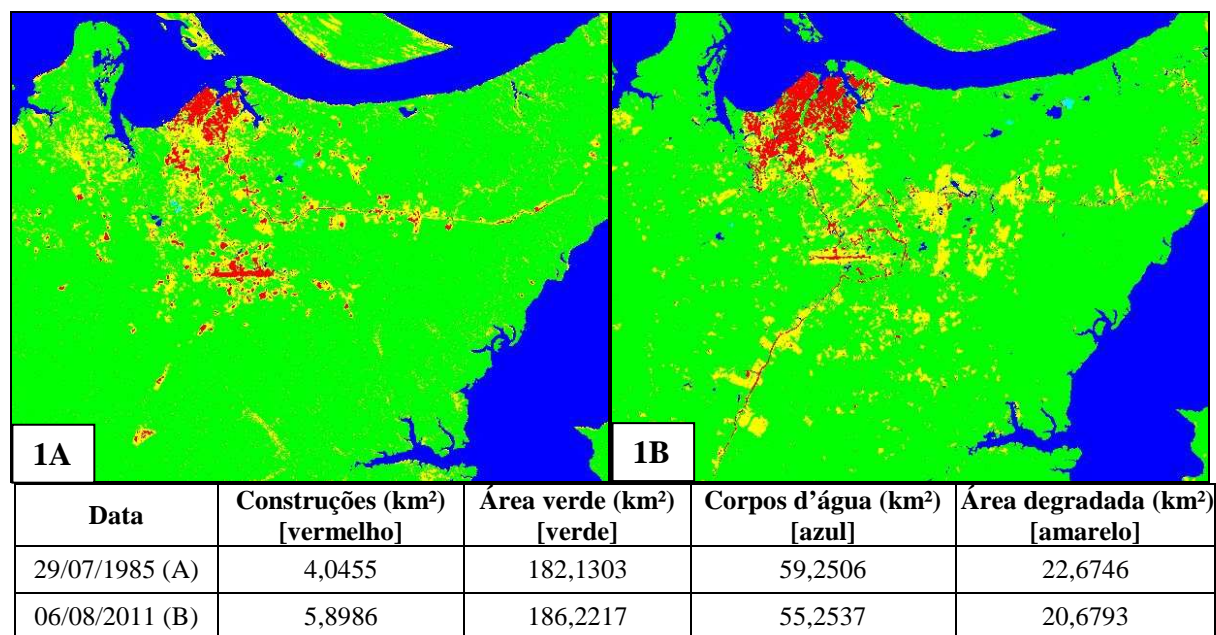


Figura 1- Resultado da classificação supervisionada para Coari.

As imagens de Coari foram obtidas ambas em períodos de cheia, mas com diferenças nos níveis da água (cota). Em termos absolutos, se observa que entre 1985 e 2011 a área de construção aumentou cerca de 32%, enquanto a área verde aumentou cerca de 3% no mesmo período. Por sua vez, a área de corpos d'água diminuiu cerca de 8%, e a área devastada diminuiu cerca de 10 %, também entre 1985 e 2011.

Por outro lado, considerando a transformação do espaço, se observa que a área verde aumentou na mesma medida que diminuiu a área dos corpos d'água, em aproximadamente 4 km<sup>2</sup>. Isso se justifica pela variação sazonal do nível da água, que inunda parte da área verde no período de cheia e depois retorna para um nível menor no período de estiagem aumentando assim a área verde. Por sua vez, houve um crescimento na área ocupada por construções sobre as áreas antes identificadas como devastadas localizadas na periferia do centro urbano, na ordem de 2 km<sup>2</sup>.

Segundo Almeida (2008), 35% da população de Coari em 1989 se concentrava na área urbana e o restante (65%) habitava na área rural. Passados 16 anos houve uma mudança considerável neste cenário, onde a população urbana já estava ultrapassando 70% da população total. O fluxo migratório se dirigiu para a sede municipal, o que acarretou esvaziamento na sua área rural. As construções do poliduto Urucu-Coari e do Terminal Solimões (TESOL), além da expansão da Província Petrolífera de Urucu, foram as principais obras que atraíram grandes quantidades de trabalhadores.





### 3.2. Resultados e análises para Parintins

A Figura 2 mostra o resultado da classificação supervisionada para Parintins, sendo 2A em 14/11/1991 e 2B em 17/08/2011.

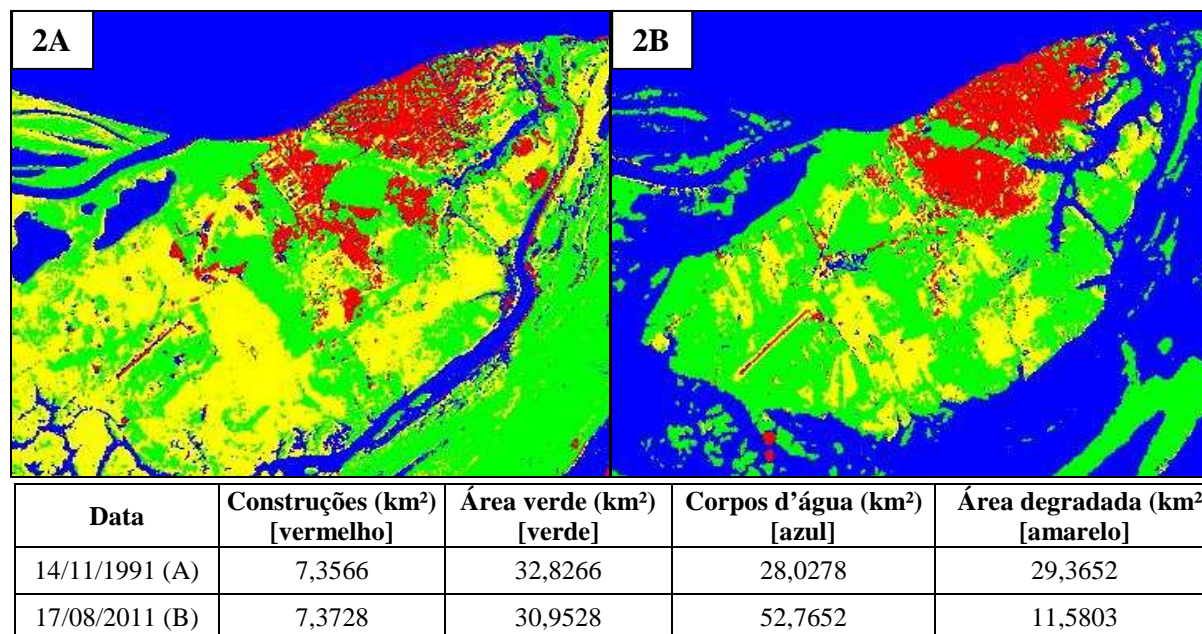


Figura 2 – Resultado da classificação supervisionada para Parintins

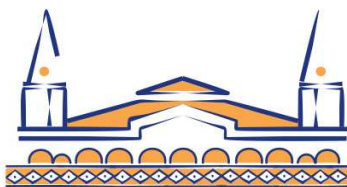
A imagem de 1991 (Figura 2A) é de um período de seca do Rio Amazonas enquanto a imagem de 2011 (Figura 2B) é de um período de cheia. Isso influencia fortemente no valor obtido para as áreas dos corpos d'água. Comparando os dois cenários, se verifica a variação de aproximadamente 46% na área ocupada pelos corpos d'água.

Outro resultado interessante é que quase não houve aumento na área construída. Esse fato pode ser entendido por se tratar de uma ilha que se encontra praticamente toda ocupada. No entanto, a simples interpretação visual das duas imagens, revela o adensamento na área construída na região do centro da cidade e uma razoável expansão na periferia. Diferente dos números mostrados. Assim, os resultados obtidos para Parintins se mostram inconsistentes para os indicadores área construída e área degradada.

## 4. CONCLUSÃO

Para a região de Coari a metodologia utilizada se mostrou eficiente e apresentou resultados consistentes. Para o caso de Parintins os resultados são inconsistentes. Isso mostra a importância da análise dos resultados com o olhar atento do profissional.

A obtenção de resultados com programas de computador não dispensa a atuação do profissional treinado e criterioso que deve ser o responsável pela validação dos mesmos. Não existe dúvida de que a ferramenta sensoriamento remoto possui grande importância no estudo de fenômenos ambientais tais como, a detecção e monitoramento de focos de incêndios e áreas de queimadas, previsão do tempo, erosão, escorregamento de encostas, desmatamento,



inundação uso e ocupação do solo. No caso de Parintins, o insucesso se deve exclusivamente aos procedimentos desenvolvidos.

Para atender os objetivos do programa ESA os estudos serão refeitos. O acontecido é perfeitamente aceitável por se tratar de iniciação de estudantes de graduação no desenvolvimento de tais estudos. Os erros serão investigados e tratados pedagogicamente para que eles se tornem experiências aproveitáveis. Ao mesmo tempo, o caso é admitido como oportunidade para formação do futuro profissional frente aos sofismas tecnológicos que ele deve enfrentar na sua futura atividade de engenheiro.

#### ***Agradecimentos***

Por fim, aqui se faz o agradecimento ao Programa de Extensão em Saneamento no Amazonas, desenvolvido no Departamento de Hidráulica e Saneamento da Universidade Federal do Amazonas com apoio da Pró-Reitoria de Extensão da Universidade Federal do Amazonas e do PROEXT – MEC/SESu (PROEXT/2011 – Edital N°. 04).

#### **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

ALMEIDA, W.S.; SOUZA, N. M. Coari: Petróleo e sustentabilidade – um exemplo amazônico. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, n. 17, p. 69-92, jan/jun. 2008. Editora UFPR.

ASSAYAG, E. S. Programa de Extensão em Saneamento. Projeto. Departamento de Hidráulica e Saneamento UFAM. Manaus: 2011.

FIGUEIREDO, Divino. Conceitos Básicos de Sensoriamento Remoto. Setembro de 2005, p. 23.

FLORENZANO, Teresa Galloti. Iniciação em sensoriamento remoto. 2ª ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2007.

MORAIS, Elisabete Caria de. Capítulo1, Fundamentos de Sensoriamento Remoto. São José dos Campos: INPE, 2002, p.7.



## **APPLICATION OF REMOTE SENSING PROGRAM EXTENSION ON SANITATION IN THE AMAZON**

***Abstract:** The present work shows the experience developed in the Extension program in the Amazon Sanitation, involving graduate students in engineering oil and gas for use in remote sensing as a tool for obtaining data and information on the use of urban land in the cities of Coari and Parintins, both in the state of Amazonas. The development took place with theoretical and practical activities of production and selection of satellite images, computer processing of these images and evaluation of results. The results show that remote sensing tool is effective and suitable for the intended purpose, however, is not a dispensable role of a skilled and experienced professional to validate the results. Where to Coari the results were consistent. In turn, in the case of Parintins, the results are inconsistent, due to operational errors. This situation brings the error to the stage of the educational process of initiation of graduate students in scientific and technical activities. In this case, the result is inconsistent understood as a pedagogical opportunity to prepare for the future engineer to deal with such situations.*

***Key-words:** Coari, Parintins, Remote sensing.*