

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS - UFAM  
PRO-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO STRICTO-SENSU EM CIÊNCIAS  
FLORESTAIS E AMBIENTAIS - PPGCIFA

**VIDEOGRAFIA DIGITAL AÉREA: PROPOSTA DE UM SISTEMA E  
APLICAÇÃO NO ESTUDO DE USO DO SOLO, COBERTURA  
VEGETAL E SILVICULTURA URBANA NA AMAZÔNIA CENTRAL,  
MUNICÍPIO DE MANAUS, AM.**

**FRANCISCO FERNANDO BESSA BITTENCOURT**

**Manaus  
2010**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS - UFAM  
PRO-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO STRICTU-SENSU EM CIÊNCIAS  
FLORESTAIS E AMBIENTAIS**

**FRANCISCO FERNANDO BESSA BITTENCOURT**

**VIDEOGRAFIA DIGITAL AÉREA: PROPOSTA DE UM SISTEMA E  
APLICAÇÃO NO ESTUDO DE USO DO SOLO, COBERTURA  
VEGETAL E SILVICULTURA URBANA NA AMAZÔNIA CENTRAL,  
MUNICÍPIO DE MANAUS, AM.**

Dissertação de Mestrado apresentada ao programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais e Ambientais PPG/CIFA da Universidade Federal do Amazonas - UFAM, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ciências Florestais e Ambientais, área de concentração Gestão Ambiental e Áreas Naturais Protegidas.

**Orientador: Prof. Dr. Lizit Alencar da Costa**

**Manaus  
2010**

## **FOLHA DOS EXAMINADORES**

Dissertação de Mestrado apresentada ao programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais e Ambientais PPG/CIFA da Universidade Federal do Amazonas - UFAM, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ciências Florestais e Ambientais. Avaliada e aprovada em \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / 2010

### **BANCA EXAMINADORA**

---

Dr. Lizit Alencar da Costa  
Presidente da Banca  
Universidade Federal do Amazonas - UFAM

---

Dr. Carlos Moises Medeiros  
Membro  
Universidade Federal do Amazonas - UFAM

---

Dr. Julio César Rodríguez Tello  
Membro  
Universidade Federal do Amazonas - UFAM

**Manaus  
2010**

---

Dedico;

Aos companheiros do CEFET-AM, onde recomecei meus estudos e fui tratado como igual pelos coleguinhas apesar da grande diferença de idade.

A todas as pessoas que voltam a estudar e buscam um sonho como eu, depois de uma vida de trabalho.

A minha família: Socorro, Daniel e Daniela que acompanharam o meu esforço de voltar a estudar desde as provas do supletivo, e hoje com certeza sentem-se recompensados pelas longas esperas em filas ou na porta dos colégios.

---

## **AGRADECIMENTOS**

À Deus pela Saúde, Disposição e Alegria, necessárias para enfrentar as dificuldades dessa jornada.

A UFAM – Universidade Federal do Amazonas, que me recebeu na graduação e onde tive a oportunidade de fazer este Mestrado.

A FAPEAM - agência de fomento a pesquisa do Estado do Amazonas que financiou este trabalho.

Ao PPG CIFA Programa de pós-graduação em ciências florestais e Ambientais, onde pude desenvolver minha pesquisa com o auxílio dos técnicos e colaboradores.

Ao ACA Aeroclube do Amazonas, na pessoa do Comandante Clovis Carvalho, que teve a paciência necessária e entendeu as minhas necessidades.

À Empresa Mirai Panasonic na pessoa do Sr. Willian, que me ajudou na identificação dos equipamentos de vídeo apropriado para o meu trabalho

Ao meu Orientador Professor Dr. Lizit Alencar da Costa, que depositou em mim confiança e soube me guiar com sabedoria durante todas as etapas desse trabalho controlando meus impulsos e emoções me direcionando para uma conclusão positiva.

Ao Professor Dr. Francisco Evandro de Oliveira Aguiar que me estendeu a mão durante minha graduação e me direcionou no avanço de meus estudos.

Ao corpo docente do Mestrado em Ciências Florestais e Ambientais em especial aos Professores Dr. Adilson dos Santos Hara, Dr. Jackson Fernando Rego e Dr. Julio César Rodriguez Tello, pelas sugestões e opiniões expressadas em campo e em sala de aula.

Aos Professores da UFPR Dr. Ivan Crespo, Dr. Henrique Koeller, Dr. Alexandro Camargo, que emprestaram um pouco dos seus conhecimentos para engrandecer o programa.

Aos Pesquisadores Dra. Valdenira Ferreira dos Santos (IEPA – Instituto de Pesquisas Científicas e Tecnológicas do Amapá), Dr. Carlos Alberto Steffen (INPE – Instituto de Pesquisas Espaciais), pela atenção dispensada quando consultados e pela força para prosseguir com a pesquisa.

A todos os colegas do Mestrado, em especial: Jairo Rodrigues, Jhones Alves, Jorge Alberto, Mônica Vasconcelos e Maria Antonia pela troca de informações e apoio nas pesquisas de campo.

Aos amigos Aroldo Aragão, Jorge Catique e Olivaldo Patricio que acompanharam de perto o meu trabalho me dando força para que eu chegasse à conclusão.

### ***EPÍGRAFE***

*“O conquistador não tinha a mínima intenção de aqui fundar nova civilização, muito menos de aprender com as culturas existentes.*

*O que ele procurava era a riqueza imediata.*

*Conceitos como harmonia paisagística, desde séculos arraigados na Europa Central, eram inconcebíveis na cabeça do saqueador.*

*Se até hoje muita beleza e harmonia sobram em algumas de nossas paisagens, isto certamente não foi intencional.*

*Foi por incapacidade de destruição ou desleixo de saque”.*

*José Lutzenberger*

## RESUMO

Tendo em vista a necessidade de planejamento, controle e monitoramento do espaço urbano e de áreas verdes, a área de geotecnologias tem desenvolvido métodos e técnicas, bem como softwares especializados que auxiliam na realização destas atividades, buscando solucionar problemas de uso e ocupação desordenada da terra. Dentre os métodos e técnicas destaca-se a Videografia Digital Aérea Multiespectral de Alta Resolução. Admitindo-se como premissa a possibilidade do uso de imagens aéreas na identificação de uso do solo e em silvicultura urbana, objetivou-se testar esta tecnologia como uma ferramenta na identificação, classificação e quantificação da silvicultura urbana e no mapeamento de classes de uso do solo e cobertura vegetal. A área de estudo foi o município de Manaus-AM, dentro da qual foram escolhidas três áreas localizadas na zona urbana e identificadas como áreas com cobertura vegetal. O trabalho teve início com o levantamento bibliográfico, sendo desenvolvido um sistema de videografia digital aérea, iniciando-se no sobrevôo das áreas, aquisição de frames (imagens), tratamento dos frames, identificação visual das classes de cada área por meio dos frames, definição das classes de acordo com suas características visuais, as mesmas receberam atributos, cada classe foi quantificada e foram gerados mapas de cada área. O estudo resultou em um sistema que utiliza tecnologias de alta resolução de imagem, proporcionando uma qualidade comparável ou superior a de imagens obtidas de forma tradicional, com tempo e custo reduzido, permitindo avaliar as condições urbanas e a cobertura de vegetação das cidades, separando-as em classes. A pesquisa comprovou a eficiência do uso de imagens obtidas por videografia digital aérea, quando utilizadas na identificação e quantificação dos diferentes tipos de cobertura do solo em superfície urbana, sendo portanto, útil em estudos de uso e cobertura do solo. Os resultados apresentados não são conclusivos, sendo que existem observações e limitações nesta técnica. Contudo, apresentou-se uma contribuição para o estudo de uso e cobertura vegetal e silvicultura da cidade de Manaus, buscando subsidiar o manejo do ecossistema urbano.

Palavras-chave: Geotecnologia; Sensoriamento Remoto; Videografia Digital Aérea; Silvicultura urbana;

## ABSTRACT

Given the need for planing, controlling and monitoring the urban space and the green areas the geotechnologies area has developed some techniques as well as specialized software, in order to assist these activities and trying to solve the problems related with the soil usage and occupation. Among these techniques we highlight the right resolution multispectral digital airborne videography. Assuming as a premise the possibility of using aerial images in soil usage identification and in urban silviculture we aimed to test this technology as a tool in the identification, classification and quantification of the urban structures, vegetal covering, and in the mapping of land usage classes.

The study area was the city of Manaus in which where chosen three areas, identified as green areas, in the urban zone.

This work started with a bibliographic research, than a digital airborne videography (DAV) system was developed, which was followed by the flyby of study areas, image acquisition, images treatment, visual identification of each area's classes using the images collected, definition of the classes according to their visual characteristics using markers. Each class was quantified and maps of each area were generated.

The results obtained were a system that uses high definition image technologies which provide a comparable or superior quality when comparing to images obtained by traditional means but with the advantage of reducing the time and the cost needed and also allowing assess the urban conditions and the vegetal covering of the city, separating it in classes.

In this work we could verify the efficiency in the usage of images obtained by the digital airborne videography, when utilized in the identification and qualification of different kinds of soil coverage in urban surfaces. Thus being useful in studies of usage and coverage of the soil.

The results presented are not conclusive as there are observations and limitations in this technique. However, a contribution to the study of vegetal usage and coverage as well as the urban silviculture in Manaus was presented seeking to subsidize the management of urban ecosystem.

Key-Words: geotechnology; remote sensing; digital airborne videography; urban silviculture.

## LISTA DE FIGURAS (ILUSTRAÇÕES)

|                                                                                             |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1 - Níveis de aquisição de dados por sensoriamento remoto.....                       | 18 |
| Figura 2 - Satélites de monitoramento e levantamento dos recursos naturais terrestres. .... | 24 |
| Figura 3 - Sistemas de observação da Terra.....                                             | 24 |
| Figura 4 - Esquema de sensoriamento remoto com sensor aerotransportado.. ....               | 31 |
| Figura 5 - Frame geocodificado, extraído de videografia.. ....                              | 34 |
| Figura 6 - Mosaico gerado por videografia digital aérea. Fonte:....                         | 34 |
| Figura 7 - Espectro visível YUV/PAL-M e RGB/NTSC .....                                      | 36 |
| Figura 8 - Equipamentos do sistema Digicam.....                                             | 44 |
| Figura 9 - Avião Bandeirante do INPE, usado em videografia aérea.....                       | 45 |
| Figura 10 - Amazônia central. ....                                                          | 49 |
| Figura 11 - Setup Área de Estudo. Estado do Amazonas. Município de Manaus.....              | 50 |
| Figura 12 - Setup Área de Estudo Amazonas / Manaus / Bacia do Tarumã. ....                  | 51 |
| Figura 13 - Setup Área de Estudo Amazonas / Manaus / Campus da UFAM .....                   | 52 |
| Figura 14 - Filmadora Panasonic HDC-SD9 full HD.....                                        | 53 |
| Figura 15 - Lente Leica Dicomar HDC-SD9 full HD .....                                       | 54 |
| Figura 16 - GPS Garmin map 76 CSx. Aquisição dos pontos da trilha do sobrevôo.....          | 55 |
| Figura 17 - GPS Garmin map 60 CSx. Navegação em tempo real pelo plano de vôo.....           | 56 |
| Figura 18 - Cartão SDHC 8GB, 16 GB, 32 GB. Transferência de dados 20 mbp/s .....            | 58 |
| Figura 19 - Monitor para visualização das imagens. Acompanhamento da filmagem.....          | 58 |
| Figura 20 - Conjunto de grampo e cabeça para fixação da filmadora .....                     | 59 |
| Figura 21 - Avião mono-motor Conquest 180 (Experimental), usado no sobrevôo. ....           | 60 |
| Figura 22 - Avião mono-motor Cessna 206 (de série), com características para videografia..  | 61 |
| Figura 23 – Procedimentos Metodológicos .....                                               | 63 |
| Figura 24 - O Sistema de Videografia Digital.....                                           | 64 |
| Figura 25 - Esquema dos aspectos do SISVDA. ....                                            | 71 |
| Figura 26 – Esquema de transferência para sistemas de informática. ....                     | 72 |
| Figura 27 – Fases da estratégia metodológica do SISVDA .....                                | 74 |
| Figura 28 -(a) Suporte e filmadora (b) conjunto acoplado na aeronave. ....                  | 75 |
| Figura 29 – Visão da cabine da aeronave, com os equipamentos do sistema instalados. ....    | 75 |
| Figura 30 - Rota de sobrevôo sobre o Campus universitário UFAM.....                         | 76 |
| Figura 31 - Rota de sobrevôo sobre a bacia do Tarumã.. ....                                 | 76 |

|                                                                                           |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 32 - Rota do Sobrevôo. Tela da rota das áreas a serem imageadas.....               | 77 |
| Figura 33 -Tela do computador com GPS conectado. Navegação em tempo real. ....            | 77 |
| Figura 34 - Tela do computador indicando a trilha percorrida sobre o Campus UFAM. ....    | 78 |
| Figura 35 - Esquema de tomada de imagem com relação à altitude de vôo.....                | 79 |
| Figura 36 - Esquema da tomada de imagem, posição do foco da câmera de vídeo. ....         | 80 |
| Figura 37 - Esquema da sequência de aquisição das imagens.....                            | 81 |
| Figura 38 - Esquema de captura dos frames.....                                            | 82 |
| Figura 39 – Esquema do processamento dos dados. ....                                      | 82 |
| Figura 40 - Esquema de visualização do filme.....                                         | 84 |
| Figura 41 – Frame de área videografada em estado bruto.....                               | 87 |
| Figura 42 - Frame geocodificado. ....                                                     | 87 |
| Figura 43 - Frame georreferenciado. ....                                                  | 88 |
| Figura 44 – Frame da área do campus UFAM/ Setor Sul. ....                                 | 89 |
| Figura 45 – Mapa das classes de uso e cobertura do solo, Campus UFAM/ Setor Sul.....      | 90 |
| Figura 46 – Frame da área da bacia do Tarumã BR 174 km 20. ....                           | 92 |
| Figura 47 – Mapa das classes de uso e cobertura do solo, km 20 BR 174 bacia do Tarumã. .. | 93 |
| Figura 48 – Frame área urbana de Manaus/Ponta Negra.....                                  | 95 |
| Figura 49 – Mapa das classes de Silvicultura urbana, área urbana de Manaus/Ponta Negra. . | 96 |
| Figura 50 a) imagens videografia b) fotografias em campo. ....                            | 99 |

## LISTA DE TABELAS

|                                                                                           |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabela 1 - Chave de interpretação área do campus da UFAM.....                             | 66 |
| Tabela 2 - Chave de interpretação Km 20 BR 174 bacia do Tarumã.....                       | 67 |
| Tabela 3 - Chave da Interpretação das Classes de Silvicultura urbana. ....                | 68 |
| Tabela 4 – Detalhes da carta Campus da UFAM – setor Sul .....                             | 90 |
| Tabela 5 - Classes de uso do solo e cobertura vegetal do Campus da UFAM – setor Sul ..... | 91 |
| Tabela 6 – Detalhes da carta do km 20 BR 174 bacia do Tarumã .....                        | 93 |
| Tabela 7 – Classes de uso do solo e cobertura vegetal da Bacia do Tarumã BR 174 Km20. ..  | 94 |
| Tabela 8 – Detalhes da carta de silvicultura urbana. ....                                 | 96 |
| Tabela 10 - Detalhes de mapeamento - Carta de silvicultura urbana .....                   | 97 |
| Tabela 11 - Variáveis quantitativas - Arborização de ruas.....                            | 98 |

## SIGLAS

|         |                                                                         |                                        |
|---------|-------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|
| ALT     | Altímetro                                                               | Altimeter                              |
| ARS     | Serviço de Pesquisa em Agricultura                                      | Agricultural Research Service          |
| ASP     | Sociedade Americana de Fotogrametria                                    | American Society of Photogrammetry     |
| AVCHD   | Codec Avançado de Vídeo de Alta Definição                               | Advanced Video Codec High Definition   |
| CASI    | Imageador Spectral Compacto<br>Aerotransportado                         | Compact Airborne Spectrographic Imager |
| CBERS   | Satélite Sino-brasileiro de Recursos<br>Terrestres                      | China-Brazil Earth Resources Satellite |
| CCD     | Dispositivo de Carga Acoplada                                           | Coupled Charged Device                 |
| CCD     | Detector de Carga Acoplada                                              | Charge-Coupled Detector                |
| CNES    | Centro Nacional de Estudos Espaciais                                    | Centro Nacional de Estudos Espaciais   |
| ENVISAT | Satélite Ambiental                                                      | Environmental Satellite                |
| ETM     |                                                                         | Enhanced Thematic Mapper               |
| FOV     | Campo de Visada                                                         | Field of view                          |
| GPS     | Sistema de Posicionamento Global                                        | Global Positioning System              |
| HRC     | Câmera Pancromática de Alta Resolução                                   | High Resolution Camera                 |
| HRCCD   | CCD de Alta Resolução                                                   | High Resolution CCD Camera             |
| HRD     | Sensor de Alta Resolução Geométrica                                     | High Geometric Resolution              |
| HRV     | Sensor de Alta Resolução no Visível                                     | Haute Resolution Visible               |
| IAF     | Índice de Massa Foliar                                                  |                                        |
| IEPA    | Instituto de Pesquisas Científicas e<br>Tecnológicas do Estado do Amapá |                                        |
| INPE    | Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais                               |                                        |
| IRD     | Instituto Regional para o Desenvolvimento                               | Institute Regional pour le Development |
| KFA     | Câmeras Fotográficas                                                    | Photographic Camera                    |
| MSS     | Sistema de Scanner Multispectral                                        | Multispectral Scanner System           |
| OACI    | Organização de Aviação Civil Internacional                              |                                        |
| PAN     | Pancromático                                                            | Pancromatic                            |
| SD      | Cartão de memória                                                       | Secure Digital                         |
| SDHC    | Cartão de memória alta capacidade                                       | Secure Digital High Capacity           |
| SGBD    | Sistema Gerenciador de Banco de Dados                                   |                                        |
| VDA     | Videografia Digital Aérea                                               |                                        |

## ÍNDICE

|                                                                                                    |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. INTRODUÇÃO.....                                                                                 | 14 |
| 2. OBJETIVOS .....                                                                                 | 16 |
| 2.1. Geral .....                                                                                   | 16 |
| 2.2. Específicos.....                                                                              | 16 |
| 3. REVISÃO DA LITERATURA .....                                                                     | 17 |
| 3.1. Sensoriamento Remoto.....                                                                     | 17 |
| 3.2. Breve histórico do sensoriamento remoto .....                                                 | 20 |
| 3.3. O sensoriamento remoto e a fotografia aérea .....                                             | 21 |
| 3.4. Princípios Físicos.....                                                                       | 23 |
| 3.5. Principais sistemas de observação da terra.....                                               | 23 |
| 3.6. Videografia Digital Aérea .....                                                               | 30 |
| 3.6.1. Histórico do desenvolvimento da tecnologia e dos produtos gerados.....                      | 31 |
| 3.6.2. Processamento do Vídeo .....                                                                | 33 |
| 3.6.3. Classificação de imagens.....                                                               | 35 |
| 3.6.4. Interpretação visual da imagem.....                                                         | 35 |
| 3.6.5. Interpretação visual do vídeo.....                                                          | 36 |
| 3.6.6. Classificação digital ou automática .....                                                   | 37 |
| 3.7. Aplicações da videografia .....                                                               | 40 |
| 3.8. Sistemas de Videografia no Brasil .....                                                       | 43 |
| 3.8.1. O experimento DIGICAM.....                                                                  | 43 |
| 3.8.2. Testes Videográficos no Amapá, Cooperação Franco-Brasileira.....                            | 45 |
| 4. MATERIAL E MÉTODOS.....                                                                         | 48 |
| 4.1. Áreas de Estudo .....                                                                         | 48 |
| 4.1.1. Amazônia Central .....                                                                      | 48 |
| 4.1.2. O Município de Manaus .....                                                                 | 49 |
| 4.1.3. Bacia do Tarumã / Área Urbana de Manaus / Campus Universitário UFAM.....                    | 50 |
| 4.2. Materiais utilizados (equipamentos e aplicativos).....                                        | 52 |
| 4.2.1. Equipamentos .....                                                                          | 52 |
| 4.2.2. Os Aplicativos (Softwares).....                                                             | 61 |
| 4.3. Procedimentos Metodológicos .....                                                             | 63 |
| 4.3.1. Desenvolvimento do sistema de videografia e estratégia metodológica de mapeamento.<br>..... | 64 |

|                                                                                                            |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 4.3.2. Aplicação de imagens de videografia digital aérea em estudo de uso do solo e cobertura vegetal..... | 65  |
| 4.3.3. Aplicação de imagens videográficas digital aérea em estudo de Silvicultura urbana.....              | 69  |
| 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....                                                                            | 70  |
| 5.1. O SISVDA - Sistema de Videografia Digital Aérea de alta resolução espacial.....                       | 70  |
| 5.2. Estratégia metodológica de mapeamento com videografia .....                                           | 74  |
| 5.2.1. Aplicação da estratégia metodológica (os sobrevôos).....                                            | 84  |
| 5.2.2 O armazenamento do vídeo .....                                                                       | 85  |
| 5.2.3 O Tratamento das imagens (frames).....                                                               | 86  |
| 5.3. Estudo de uso do solo e cobertura vegetal auxiliado por imagens de videografia digital aérea.....     | 88  |
| 5.3.1. Estudo de uso do solo e cobertura vegetal do Campus da UFAM/Setor Sul. ....                         | 89  |
| 5.3.2 Estudo de uso do solo e cobertura vegetal do km 20 BR 174, bacia do Tatumã .....                     | 91  |
| 5.4. Estudo de silvicultura urbana auxiliado por videografia digital aérea .....                           | 95  |
| 6. CONCLUSÃO.....                                                                                          | 100 |
| REFERÊNCIAS .....                                                                                          | 102 |
| ANEXOS .....                                                                                               | 107 |

## 1. INTRODUÇÃO

A grande concentração em núcleos urbanos, bem como o avanço da ocupação desordenada de áreas consideradas impróprias à habitação humana, impõe aos governantes e gestores públicos a necessidade de tomar decisões rápidas e eficazes, no que diz respeito à formulação de políticas públicas de ocupação urbana. A necessidade de freqüente atualização de imagens aéreas da malha urbana e dos fragmentos de cobertura florestal urbana, sobretudo em cidades de grande porte, onde o fenômeno da ocupação desordenada representada por invasões sobre áreas de risco, bem como pelo avanço sobre fragmentos de cobertura vegetal urbana ocasionam diversos problemas, induzindo a constantes buscas de alternativas no planejamento e na gestão da cidade com a finalidade de melhoria da segurança e da qualidade de vida da população.

O imageamento por satélite na Amazônia, além de ter um custo muito elevado dada às dimensões da região, não contempla grande parte dos dias do ano, devido ao recobrimento de nuvens durante o inverno Amazônico, que vai de dezembro a maio. Nesse período é praticamente impossível a obtenção de imagens de satélite (na banda do visível) com boa qualidade, ou seja, sem recobrimento de nuvens, por conta das condições atmosféricas, o que dificulta uma análise adequada dos dados.

Tendo em vista a necessidade de planejamento, controle e monitoramento do espaço urbano, a área de Geotecnologia tem desenvolvido métodos e técnicas, bem como softwares especializados que auxiliam na realização desse trabalho, buscando solucionar tais problemas. Dentre os métodos e técnicas ainda em fase de desenvolvimento, destaca-se a Videografia Digital Aérea Multiespectral de Alta Resolução.

Segundo Pompermayer Neto e Couto (2003), a videografia aérea digital é uma técnica que vem sendo utilizada na avaliação, detecção e prevenção de problemas na agricultura, agricultura de precisão e no manejo de áreas naturais. Um dos motivos do emprego desta técnica é o seu baixo custo para a obtenção das imagens e a rapidez com que podem ser captadas, processadas e analisadas.

Esta técnica quando experimentada por Silva Filho (2006), na identificação, classificação e quantificação das estruturas urbanas e cobertura vegetal proporcionada pelas árvores mostrou-se eficaz, devido à possibilidade de escolha de alvos específicos, permitindo o imageamento à baixa altitude.

O trabalho que ora se apresenta, baseado na literatura consultada, teve como premissas

- a) A Videografia Digital Aérea possibilita uma análise apurada e detalhada de cenas urbanas,

permitindo identificar e qualificar fragmentos florestais; b) A ferramenta geotecnológica de videografia digital aérea permite a aquisição de imagens com resolução e frequência que possibilitam um monitoramento de fragmentos florestais urbanos e silvicultura urbana adequados ao planejamento e gestão urbana; c) Os produtos gerados a partir da Videografia Digital Aérea podem complementar as imagens de satélite para estudo de eventos e fenômenos urbanos quando analisados na faixa visível do espectro eletromagnético.

Este trabalho está estruturado ao longo de seis capítulos. Neste primeiro capítulo consta a introdução com a proposta de estudo, a problemática e a justificativa da pesquisa. O segundo capítulo apresenta os respectivos objetivos que a pesquisa buscou alcançar. O terceiro capítulo está voltado para a revisão da literatura, onde o destaque é a definição de sistema de sensoriamento remoto e suas várias interpretações conceituais. O quarto capítulo é relativo aos procedimentos metodológicos utilizados nas várias etapas do trabalho de campo, processo de sistematização e posterior tratamento dos dados obtidos. No quinto capítulo estão apresentados os resultados obtidos na pesquisa e suas discussões. No sexto e último capítulo serão apresentadas as conclusões da pesquisa, relacionando os pontos mais relevantes do trabalho, bem como a contribuição que esta pesquisa, em particular, deixa ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais e Ambientais e para sociedade como um todo.

Considerando todos os problemas de implantar, manter e monitorar as áreas verdes urbanas, este trabalho objetivou desenvolver um sistema de videografia digital aérea de alta resolução espacial que foi denominado com a sigla SISVDA e uma estratégia metodológica para o mapeamento de algumas cenas da cidade de Manaus, na Amazônia Central, utilizando as imagens videográficas geradas, em estudos de uso do solo e cobertura vegetal, na identificação de alvos urbanos e na silvicultura urbana.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. Geral**

Desenvolver um sistema de videografia digital aérea de alta resolução espacial e uma estratégia metodológica para o mapeamento de áreas na Amazônia central e usar as imagens videográficas geradas em estudos de uso do solo e cobertura vegetal, na identificação de alvos urbanos e na silvicultura urbana, tendo-se como área teste, a cidade de Manaus, no estado do Amazonas.

### **2.2. Específicos**

Como desdobramentos desse objetivo geral, destacam-se os seguintes objetivos específicos:

- Desenvolver o sistema de videografia digital aérea de alta resolução espacial e a estratégia metodológica para o mapeamento de áreas na Amazônia Central;
- Aplicar as imagens videográficas digitais aérea no mapeamento de uso do solo e cobertura vegetal na Amazônia central, de trechos da BR 174 – Manaus - Boa Vista, da bacia do Igarapé Tarumã-Açú e da área do Campus da UFAM – Setor Sul, localizados na cidade de Manaus, AM;
- Aplicar as imagens videográficas digitais aérea no estudo de silvicultura urbana na Amazônia central, Cidade de Manaus, Estado do Amazonas.

### 3. REVISÃO DA LITERATURA

Do ponto de vista teórico, levando em conta o alcance dos objetivos preestabelecidos no projeto que originou esta pesquisa, foi necessária a utilização da literatura científica existente sobre o uso da técnica Videografia Digital Aérea - VDA em situações diversas. Para a descrição da técnica de sensoriamento remoto foram utilizados os textos dos autores Evelyn Maria Leão Moraes Novo (2008), Maurício Alves Moreira (2003), entre outros. Para demonstrar o uso e aplicação da ferramenta Videografia Digital Aérea, foram descritos sucintamente os trabalhos realizados por Everitt e Nixon (1985), Galisson *et al* (2000), Timouk *et al* (1998) e Hess *et al* (2002).

#### 3.1. Sensoriamento Remoto

O sensoriamento remoto, como o próprio nome sugere, refere-se a técnicas de uso e aplicação diversa para se obter informações (imagens, ruídos etc.) remotas, ou seja, sem o contato físico com os objetos, em diversas situações e por diversos meios, conforme se infere de algumas definições presentes na literatura científica sobre o assunto.

Na definição de Lillesand e Kiefer (1987), o sensoriamento remoto é a ciência e arte de receber informações sobre um objeto, uma área ou fenômeno pela análise dos dados obtidos de uma maneira tal que não haja contato direto com este objeto, esta área ou este fenômeno.

Para Schowengerdt (1997) o sensoriamento remoto é o processo de captação de informações dos fenômenos e feições terrestres, por meio de sensores, sem contato direto com os mesmos, associado a metodologias e técnicas de armazenamento, tratamento e análise destas informações.

Elachi (1987) *apud* Novo (2008) afirma que sensoriamento remoto é: “a aquisição de informação sobre um objeto sem que se entre em contato físico com ele”.

Na mesma linha de compreensão, Schowengerdt (1997, p. 521) *apud* Novo (2008) define sensoriamento remoto como “A obtenção de medidas de propriedade de objetos da superfície terrestre a partir de dados adquiridos de aviões e satélites”.

Reelaborando as definições propostas pelos autores supramencionados, Novo (2008) afirma que:

[...] o termo “sensoriamento remoto” apareceu pela primeira vez na literatura científica em 1960 e significa simplesmente a aquisição de informações sem o contato físico com os objetos. Desde então esse termo tem abrigado tecnologia e conhecimento extremamente complexos derivados de diferentes

campos que vão desde a física até a botânica e desde a engenharia eletrônica até a cartografia.

Assim, pode-se afirmar que sensoriamento remoto é o conjunto de técnicas que permitem observar e obter informações sobre a superfície terrestre, ou de qualquer outro astro, através de sensores instalados em satélites artificiais, aeronaves e até mesmo balões.

A aquisição de imagens pode usar diversos tipos de plataformas fixas ou móveis a variados níveis de altitude como demonstra o esquema da Figura 1.

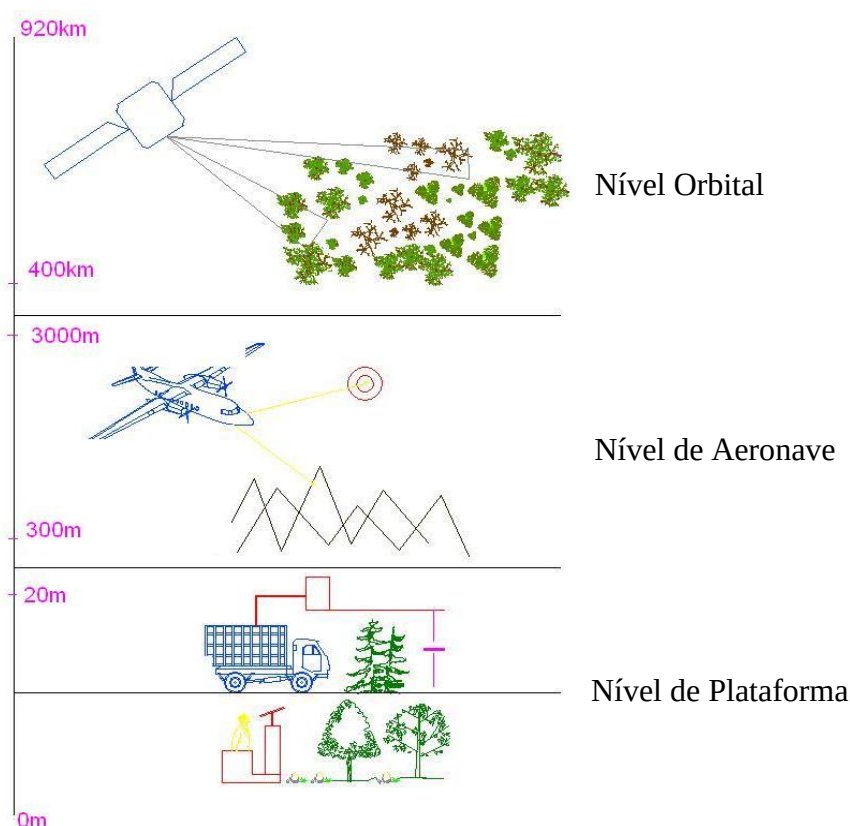


Figura 1 - Níveis de aquisição de dados por sensoriamento remoto (Adaptado de: NOVO, 2008).

As informações captadas pelo sensoriamento remoto podem ser processadas digitalmente por equipamentos modernos e resultam em imagens bastante precisas. A escala da imagem obtida é limitada pela sensibilidade do sensor utilizado. Os principais sensores utilizados baseiam-se em comprimentos de ondas do espectro visível e em raios infravermelhos.

Quanto a sua aplicabilidade, as imagens podem ser usadas para levantamento do meio ambiente, agricultura, estudos florestais, cartografia, geologia, geomorfologia, recursos hídricos, planejamento municipal e regional, entre outros.

A obtenção de dados sobre o ambiente pode se feito de duas maneiras: “in situ” ou

remotamente. A obtenção “in situ” vem sendo praticada desde os primórdios da civilização humana; já a obtenção remota de dados vem sendo utilizada há pouco mais de 150 anos, tomando-se como marco inicial, a invenção da fotografia em 1826.

Em 1960 é que foi pela primeira vez empregado o termo Sensoriamento Remoto, designando um campo distinto do conhecimento. Com o advento dos satélites artificiais de recursos naturais a partir de 1972, esse campo tem-se ampliado muito com a produção e análise de imagens multiespectrais e multitemporais.

Hoje em dia o sensoriamento remoto é técnica de uso quase que indispensável em várias etapas de trabalhos de levantamento e gerenciamento de recursos naturais terrestres, principalmente em escalas regionais.

Os sistemas de sensoriamento remoto disponíveis atualmente fornecem dados repetitivos e consistentes da superfície da terra, os quais são de grande utilidade para diversas aplicações dentre as quais se destacam:

- **Urbanas:** Inferência demográfica, cadastro, Planejamento urbano, suporte ao setor imobiliário, monitoramento de áreas verdes urbanas.
- **Agrícola:** Condições das culturas, previsão de safra, erosão do solo.
- **Geológicas:** Minerais, petróleo, gás natural.
- **Ecológicas:** regiões alagadas, solos, florestas, oceanos, águas continentais.
- **Florestais:** Produção de madeira, controle de desflorestamento, estimativa de biomassa.
- **Cartográficas:** Mapeamento topográfico, mapeamento temático, atualização da terra.
- **Oceanográficas:** Produtividade primária, monitoramento de óleo, estudos costeiros, circulação oceânica.
- **Hidrológicas:** Mapeamento de áreas afetadas por inundação, avaliação de consumo de água por irrigação, modelagem hidrológica.
- **Limnológicas:** Caracterização da vegetação aquática, identificação de tipos de água, avaliação do impacto do uso da terra em sistemas aquáticos.
- **Militares:** Uso Variado.

Essas aplicações têm requisitos de frequência de revisita, resolução espacial, espectral e radiométrica, faixa imageada, diferentes entre si.

### 3.2. Breve histórico do sensoriamento remoto

O uso do Sensoriamento Remoto remonta a invenção da máquina fotográfica, na primeira metade do século XIX. Segundo Novo, (2008) a história do sensoriamento remoto é um assunto bastante controverso. Alguns autores limitam o sensoriamento remoto ao desenvolvimento dos sensores fotográficos e ao seu uso para atividades de defesa e reconhecimento do terreno. Esta é, por exemplo, a tese da American Society of Photogrametry. O Manual of Remote Sensing ASP (1975; 1983), divide a história do sensoriamento remoto em dois períodos principais: O período de 1860 a 1960, no qual o sensoriamento remoto era baseado na utilização de fotografias aéreas e o período de 1960 até os nossos dias, caracterizado pela multiplicidade de sistemas sensores.

Figueiredo (2005), afirma que as aplicações militares quase sempre estiveram à frente no uso de novas tecnologias, e no sensoriamento remoto não foi diferente. De acordo com o referido autor, uma das primeiras aplicações do sensoriamento remoto foi para uso militar. Para isto foi desenvolvida, no século passado, uma leve câmara fotográfica com um disparador automático e ajustável. Essas câmaras, carregadas com pequenos rolos de filmes, eram fixadas ao peito de pombos-correio, que eram levados a locais estrategicamente escolhidos onde eram soltos e ao retornarem para o local de suas origens, sobrevoavam sobre as posições inimigas. Durante o percurso, as câmaras, previamente ajustadas, tomavam fotos da área ocupada pelo inimigo. Vários desses pombos eram abatidos a tiros pelo inimigo, mas boa parte deles conseguia chegar ao destino. As fotos obtidas consistiam em valioso material informativo, para o reconhecimento da posição e infra-estrutura de forças militares inimigas. Assim teve início uma das primeiras aplicações do sensoriamento remoto.

Posteriormente, os pombos foram substituídos por balões não tripulados que, presos por cabos, eram suspensos até a uma altura suficiente para tomadas de fotos das posições inimigas por meio de várias câmaras convenientemente fixadas ao balão. Após a tomada das fotos o balão era puxado de volta e as fotos reveladas eram utilizadas nas tarefas de reconhecimento.

No processo evolutivo da utilização do sensoriamento remoto, aviões foram utilizados como veículos para o transporte das câmaras. Na década de 60, surgiram os aviões norte-americanos de espionagem denominados U2. Estes aviões, ainda hoje utilizados em versões mais modernas, voam a uma altitude acima de 20.000m o que dificulta o seu abate por forças inimigas. Conduzido por apenas um piloto eles são totalmente recheados por sensores, câmaras e uma grande variedade de equipamentos. Estes aviões têm sido utilizados também

para uso civil. Em 1995, um deles foi utilizado pelos Estados Unidos, para monitoramento de queimadas e mapeamentos diversos, nas regiões Norte e Centro-Oeste do Brasil (FIGUEIREDO, 2005).

### **3.3. O sensoriamento remoto e a fotografia aérea**

Independentemente das tendências atuais, o desenvolvimento inicial do sensoriamento remoto é cientificamente ligado ao desenvolvimento da fotografia e a pesquisa espacial, as fotografias aéreas foram o primeiro método de sensoriamento remoto a ser utilizado, tanto é assim, que a “fotogrametria” e a “fotointerpretação” são termos muito anteriores ao termo “sensoriamento remoto” propriamente dito.

A primeira fotografia de quem se tem notícia foi obtida por Daguerre e Niepce em 1839 e já em 1840 o seu uso estava sendo recomendado para levantamentos topográficos. O desenvolvimento nesta direção foi tão rápido, que já em 1858 o corpo de engenharia da França estava utilizando fotografias tomadas a partir de balões para o mapeamento topográfico. As primeiras fotografias aéreas foram tomadas em 1909 pelos irmãos Wright sobre o território italiano (NOVO, 2008, p. 4).

As fotografias aéreas coloridas se tornaram disponíveis a partir de 1930, enquanto na mesma época já se haviam iniciado os estudos para a produção de filmes sensíveis a radiação infravermelha.

O desenvolvimento da aviação simultaneamente ao aperfeiçoamento dos sistemas fotográficos (lentes, filtros, filmes e mecanismos de sincronização da câmera com o deslocamento do avião) trouxe um grande impulso ao uso das fotografias aéreas, principalmente durante a primeira guerra mundial.

Com o fim da primeira grande guerra, parte desses avanços foi canalizada para uso de sistemas fotográficos para a cartografia de pequena escala. Dentre os sistemas mais utilizados nesse período destaca-se a câmera trimetrogon (um sistema compreendido por três câmeras, uma vertical e duas oblíquas, para obtenção simultânea de imagens do terreno) e que foi amplamente utilizada para o mapeamento topográfico de pequena escala. Essa câmera foi utilizada pela força aérea americana (US Army Air Force) em várias missões de aerolevantamento não só internamente, como em diversos países nos anos que antecederam à Segunda Guerra Mundial (1931). Existem relatos de que foram tomadas sobre o Canadá mais de 200 mil fotografias com esta câmera com o objetivo de gerar cartas na escala 1:1.000.000 (NOVO, 2008, p. 5).

A NASA (1998) - (National Aeronautics and Space Administration) - em conjunto com o ARS (Agricultural Research Service) desenvolveram um projeto em conjunto no sentido de acompanhar o crescimento de uma cultura e adquirir dados de variabilidade das propriedades físicas do solo, fertilidade do solo, fisiologia da planta, medidas de refletância espectral de folhas e aquisição de imagens de sensoriamento remoto aéreo. As imagens foram adquiridas durante a estação de crescimento da cultura nos estágios críticos da planta. As fotografias foram obtidas por meio de uma câmara fotográfica digital multiespectral, com três bandas, coletadas a 1600 metros de altitude e apresentando resolução espacial de 1 m<sup>2</sup>. Os mapas foram utilizados para mostrar as áreas de estresse e assim se determinarem as suas causas.

Anderson e Yang (1996) demonstraram a potencialidade de utilização de fotografia aérea infravermelha e videografia no manejo da cultura. Essas duas ferramentas foram utilizadas para mapear e estratificar a cultura em áreas homogêneas sob o ponto de vista de resposta espectral. A videografia multiespectral se mostrou eficiente no mapeamento da variabilidade espacial do rendimento. A faixa do espectro eletromagnético correspondente ao vermelho apresentou alta correlação com rendimento da cultura. A estratificação da cultura, conseguida através da videografia e fotografia aérea, possibilitou o aperfeiçoamento do trabalho de amostragem uma vez que foi realizada nos extratos com menor variabilidade. Yang e Anderson (2000), relacionaram dados de câmara digital com dados de produção em cultura de soja e encontraram boas correlações. Foi possível então modelar a produção a partir de dados digitais oriundos destas imagens.

Weepener, Narciso e Lyon (2000) apresentaram um trabalho que utilizava monitoramento aéreo, em culturas de citrus. Concluiu-se que a utilização deste método representa uma eficiente integração e alternativa em relação às antigas técnicas então utilizadas.

Segundo Franzoni (1993), as fotografias aéreas têm sido usadas intensivamente como um dos produtos de sensores remotos na identificação e mapeamento dos recursos naturais e uso da terra. A mesma autora, conclui em seu trabalho que o emprego das tecnologias de Sensoriamento Remoto para a coleta de informações para a determinação dos tipos de uso do solo é considerado adequado.

De acordo com Ortiz (1993), para que uma micro bacia hidrográfica seja usada cuidadosamente, faz-se necessário um minucioso levantamento de suas características físicas. Com o uso das técnicas do sensoriamento remoto, aumenta o rendimento desses levantamentos, podendo-se usar desde fotografias aéreas até imagens orbitais, conforme o

grau de exigências do projeto.

Na realidade, a partir de 1990, houve algumas mudanças de paradigma na aquisição de dados de sensoriamento. Com efeito, não houve apenas avanços na tecnologia de construção de sensores que ficaram mais sensíveis, houve avanços também na capacidade transmissão, armazenamento e processamento graças aos avanços das telecomunicações e da informática. Com isso, muitas missões passaram a ter cargas úteis complexas, como é o caso das plataformas de programas Earth Observation System (EOS) da Nacional Aeronautics And Space Administration (NASA).

### **3.4. Princípios Físicos**

Três elementos são fundamentais para o funcionamento de um sistema de Sensoriamento Remoto: objeto de estudo, radiação eletromagnética e um sensor.

Pelo princípio da conservação da energia, quando a radiação eletromagnética incide sobre a superfície de um material, parte dela será refletida por esta superfície, parte será absorvida e parte pode ser transmitida, caso a matéria possua alguma transparência. A soma desses três componentes (Refletância, Absortância e Transparência) é sempre igual, em intensidade, à energia incidente.

O que os olhos percebem como cores diferentes são, na verdade, radiação eletromagnética de comprimentos de onda diferentes. A cor azul corresponde ao intervalo de 0,35 a 0,50 $\mu\text{m}$ , a do verde vai de 0,50 a 0,62 $\mu\text{m}$  e a do vermelho, de 0,62 a 0,70 $\mu\text{m}$ . Os intervalos são aproximados, e variam segundo a fonte de consulta. Estes intervalos também são conhecidos como ‘regiões’. Acima do vermelho, está a região do infravermelho, e logo abaixo do azul está o ultravioleta. Os sensores remotos medem as intensidades do espectro eletromagnético e, com essas medidas, obtém imagens nas regiões do visível (azul, verde e vermelho) ao infravermelho medem a intensidade da radiação eletromagnética refletida em cada intervalo pré-determinado de comprimento de onda.

Em linhas gerais, o sensoriamento remoto é um recurso que permite um trabalho interdisciplinar, pois as imagens de satélites, aliadas aos sistemas de informações geográficas, podem trazer informações valiosas a serem trabalhadas por diferentes áreas do conhecimento humano, tais como agrárias, florestais, geográficas, geológicas, da saúde, ambientais, entre outras (SANTOS, 2002).

### **3.5. Principais sistemas de observação da terra**

As imagens fornecidas por sistemas orbitais de monitoramento terrestre são muito

utilizadas como fontes de dados em diversos trabalhos, na extração de informações sobre a superfície, ecossistemas e paisagens.

De acordo com Figueiredo (2005), nos dias atuais o sensoriamento remoto é quase que totalmente alimentado por imagens obtidas por meio da tecnologia dos satélites orbitais.

Existem várias séries de satélites de sensoriamento em operação, entre eles podemos citar: Landsat, Spot, Cbers, Ikonos, Quickbird, WordView e Alos (Figura 2).



Figura 2 - Satélites destinados ao monitoramento e levantamento dos recursos naturais terrestres.

Fonte: EMBRAPA - Monitoramento por satélite, 2009.

Os satélites das sete séries são destinados ao monitoramento e levantamento dos recursos naturais terrestres, enquanto que outras séries como os satélites NOAA fazem parte dos satélites meteorológicos, destinados principalmente aos estudos climáticos e atmosféricos, mas são também utilizados no sensoriamento remoto.

Alguns dos principais sistemas de observação da terra estão especificados na Figura 3, a seguir.



Figura 3 - Sistemas de observação da Terra. Fonte: EMBRAPA, monitoramento por satélite, (2009).

Em todo o mundo, dezenas de missões orbitais e sub-orbitais de monitoramento de recursos naturais, científicos e meteorológicos já foram lançadas. Graças à crescente incorporação de inovações técnico-científicas, o setor de observação da terra é extremamente dinâmico e a quantidade de sensores, assim como suas principais características, se alteram rapidamente.

Os Principais sistemas sensores utilizados em estudo do meio ambiente no Brasil são:

- O sistema LANDSAT foi o primeiro a obter, de forma sistemática, imagens terrestres sinópticas de média resolução. Desenvolvida pela NASA a série de satélites LANDSAT iniciou sua operação em 1972. Os primeiros satélites eram equipados com os sensores Multispectral Scanner System (MSS). Esses sensores já tinham a capacidade de coletar imagens separadas em bandas espectrais em formato digital, cobrindo a cada imagem uma área de 185km X 185km, com repetição a cada 18 dias. A série passou por inúmeras inovações, especialmente os sistemas sensores que atualmente obtêm imagens em 7 bandas espectrais. O último da série, o LANDSAT 7, é equipado com os sensores ETM (Enhanced Thematic Mapper) e PAN (Pancromático). O termo Pancromático significa uma banda mais larga que incorpora as faixas espectrais mais estreitas, por esta razão, certa quantidade de energia da banda Pancromática chega ao satélite com maior intensidade e isto possibilita ao sensor uma definição melhor. O Pancromático do LANDSAT chega a uma resolução espacial de 15 m. Os satélites desta série deslocam a uma altitude de 705 km, em órbita geocêntrica circular, quase polar e heliossíncrona, isto é, cruzam um mesmo paralelo terrestre sempre no mesmo horário. No período diurno o Landsat cruza o equador às 9:50 h. Ao longo da história do SR até o ano de 2004, a série LANDSAT foi a que mais produziu e forneceu imagens para todos tipos de estudos e aplicações.
- O sistema SPOT (Système Probatoire d'Observation de la Terre) foi planejado pelo governo francês em 1978, com a participação da Suécia e Bélgica, e gerenciado pelo Centro Nacional de Estudos Espaciais (CNES), entidade responsável pelo desenvolvimento do programa e operação dos satélites. O SPOT-1 foi lançado em fevereiro de 1986, o SPOT-2 em 1989 e o SPOT-3 em 1993, todos com características semelhantes. O SPOT-4, lançado em 1998, incorpora mais um canal no modo multi-spectral (XS) e um novo sensor para monitoramento da vegetação. As características básicas do sistema SPOT são: Altitude 832 km; velocidade 13,3 km / s; área coberta por cena 60km X 60km; peso 1870 kg; dimensões 2m X 2m X 4,5m; taxa de

transmissão de dados 50 Mbits / s; passagem diurna em órbita descendente às 10:30 h. O sistema sensor do SPOT, HRVIR (High Resolution Visible and Infra-Red) capta imagens em 4 faixas espectrais (XS1, XS2, XS3 e XS4) com resolução de 20m e uma banda Pancromática (P) com resolução de 10m. O sensor de vegetação tem resolução de 1.165m. Uma característica interessante do SPOT é possibilitar o imageamento fora do nadir (o termo nadir é utilizado para definir a perpendicular à superfície terrestre a partir do satélite). O instrumento sensor pode ser direcionado para os dois lados (leste e oeste), de 0° a 27°, permitindo a obtenção de imagens dentro de uma faixa de 950 Km de largura, centrada no plano da órbita do satélite. Esta técnica, conhecida como visada lateral, permite uma rápida capacidade de revista em áreas específicas. Próximo ao equador uma mesma área pode ser observada, em média, a cada 3,7 dias. Este recurso, por demandar tarefas operacionais adicionais, tem custo relativamente alto.

- O programa CBERS (China-Brazil Earth Resources Satellite ou Satélite Sino-Brasileiro de Recursos Terrestres) foi implantado em 1988 após parceria assinada entre o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e a Academia Chinesa de Tecnologia Espacial (CAST), num convênio técnico-científico binacional envolvendo Brasil e China. A inserção do Brasil em um sistema completo de sensoriamento remoto possibilitou um grande avanço tecnológico para o país, refletidos no fomento da ciência, indústria e serviços relacionados à área espacial. A missão CBERS mantém três satélites de observação terrestre em órbita: o CBERS-1 (lançado em 1999 e inativo desde 2003), o CBERS-2 (lançado em 2003) e CBERS-2B (lançado em 2007). Inicialmente o programa previa o desenvolvimento e a construção de apenas dois satélites de sensoriamento remoto e, devido ao sucesso da missão, em 2002 foi assinado um acordo para continuidade do programa, que ainda prevê o lançamento de mais dois satélites a partir de 2010: O CBERS-3 e o CBERS-4.

Os satélites dessa missão são equipados com sensores de diferentes resoluções espaciais que podem cobrir o planeta em menos de 5 dias e ao mesmo tempo produzir informações mais detalhadas em uma visada mais estreita. O CBERS carrega câmeras para observação óptica e um sistema de coleta de dados ambientais. É um sistema único, pois mantém em órbita instrumentos sensores que combinam características especialmente adequadas às diversas escalas temporais e espaciais, necessárias ao monitoramento e à preservação dos ecossistemas. Recentemente lançado, o CBERS-2B inovou em relação aos seus antecessores por incluir em sua carga-útil o sensor

HRC que oferece imagens com resolução espacial de 2,7 metros. O projeto e lançamento do satélite CBERS-2B, foi executado para garantir o fornecimento de imagens aos usuários, órgãos públicos e empresas que fazem uso sistemático das imagens do CBERS-2, devido à superação da vida útil desse satélite e possibilidade de encerramento no fornecimento de imagens, comprometendo os projetos e metodologias desenvolvidas.

Os satélites CBERS integram o Sistema Brasileiro de Coleta de Dados Ambientais. Esse sistema é baseado em Plataformas de Coleta (PCDs) que adquirem e remetem os dados às Estações do INPE localizadas em Cuiabá e em Alcântara. Na sequência ocorre a transmissão para a Unidade do INPE localizada em Cachoeira Paulista, onde os dados são tratados e encaminhados ao público interessado. Desde 2001 as imagens são distribuídas gratuitamente aos usuários em território nacional, o que contribui para democratizar o uso das imagens de satélites no Brasil.

- O IKONOS é um satélite de alta resolução espacial operado pela Empresa GeoEye. O primeiro satélite da série (IKONOS-I) não obteve sucesso no lançamento em abril de 1999 e com isso, o projeto do IKONOS-II foi adiantado para entrar em órbita em setembro de 1999. Em janeiro de 2000 o IKONOS tornou-se o primeiro Satélite de Observação da Terra a oferecer imagens de alta resolução para uso comercial e além das aplicações comerciais, possui uma ampla aplicabilidade em trabalhos científicos que necessitam de dados e informações detalhadas da superfície terrestre. O IKONOS possui sensores que operam no visível e infravermelho próximo e obtém imagens pancromáticas e multiespectrais com resolução espacial de 1 metro e 4 metros respectivamente. Podem ser programados para adquirir imagens stereo visando a elaboração de Modelos de Elevação Digital (DEM) ou Modelos Digitais de Superfície (MDS).
- A série de satélites comerciais QUICKBIRD é controlada pela Empresa DigitalGlobe. O primeiro satélite da série não obteve sucesso no lançamento, ocorrido no ano 2000. O segundo satélite, lançado em outubro de 2001 continua em operação e oferece imagens comerciais de alta resolução espacial. O sistema oferece dados com 61 centímetros de resolução espacial no modo pancromático e 2,4 metros no modo multiespectral em um vasto campo de visada. O satélite é capaz de realizar visadas no ângulo de imageamento, o que permite agilidade na obtenção de imagens de determinado local, além da geração de pares estereoscópicos. Devido à alta resolução

espacial oferecida pelo satélite, possui aplicações diretas na área de mapeamentos urbanos e rurais que necessitam de alta precisão dos dados (cadastró, redes, planejamento, telecomunicações, saneamento, transportes), além de aplicações voltadas à área ambiental, dinâmica de uso e cobertura das terras, agricultura e recursos florestais.

- A missão WorldView teve seu primeiro satélite lançado em 2007 com o WorldView-1 e o segundo em 2009. Ambos possuem um sensor pancromático de alta resolução além das bandas multiespectrais inseridas no WorldView-2. Os satélites são os primeiros de uso comercial a utilizarem a tecnologia Control Moment Gyroscopes (CMGs) que fornece aceleração num nível 10X acima de outros sensores e melhora tanto a capacidade de manobra como de segmentação. Com o CMGs, o tempo é reduzido de 60 segundos para apenas 9 segundos para realizar uma cobertura de uma faixa de 300 km, significando que o satélite WorldView-2 pode mover-se de um alvo para outro com precisão e rapidez, permitindo a observação de múltiplos alvos em uma única passagem orbital.

O WorldView-2 se junta aos satélites já existentes da DigitalGlobe em órbita, QuickBird e WorldView-1 para viabilizar uma capacidade anual de imagens três vezes maior do que a massa terrestre, sendo uma novidade do setor como o primeiro satélite comercial de alta resolução de oito bandas de multiespectro. O sistema WorldView-2 é capaz de recolher até 975.000 quilômetros quadrados de dados por dia em uma resolução pancromática de 0,5 metros e no multiespectro de 1,8 metros, além de incorporar quatro bandas multiespectrais clássicas (vermelho, azul, verde e infravermelho próximo) e também incluir quatro novas bandas (litoral, amarelo, vermelho borda, infravermelho próximo-2), a capacidade adicional nas bandas multiespectrais suporta níveis de identificação e extração de recurso e exibe com maior precisão a cor vista por humanos, o que deve melhorar a velocidade e a taxa das imagens oferecidas para os mercados governamentais e comerciais devido a sua capacidade de coleta em grande escala e taxas de revisita diárias.

- O satélite ALOS foi lançado em 24 de janeiro de 2006 pela Japan Aerospace Exploration Agency – JAXA, no centro espacial de Tanegashima (Japão) e entrou na fase operacional e fornecimento de dados ao público em 24 de outubro de 2006. Deriva-se da tecnologia desenvolvida por seus antecessores, os satélites japoneses ADEOS e JERS-1. A ele foram incorporadas características necessárias aos satélites

modernos de alta resolução: a grande velocidade e capacidade de tratamento dos dados e a precisão avançada na determinação de seu posicionamento espacial, já que possui sistema de controle de órbita e atitude baseados em GPS de dupla frequência e rastreador de estrelas. O sistema foi desenvolvido prioritariamente para fomentar pesquisas científicas e aplicadas na área de sensoriamento remoto e prover o Japão e países da Ásia do Pacífico com dados cartográficos que pudessem oferecer subsídios ao estudo de temas ligados ao desenvolvimento sustentável, monitoramento de desastres naturais e recursos naturais. Três sensores estão à bordo do ALOS: o radiômetro PRISM (Panchromatic Remote-Sensing Instrument for Stereo Mapping) capaz de adquirir imagens tridimensionais detalhadas da superfície terrestre; o radiômetro multiespectral AVNIR-2 (Advanced Visible and Near Infrared Radiometer-type 2) voltado aos mapeamentos de uso e cobertura das terras e o sensor de microondas PALSAR (Phased Array type L-band Synthetic Aperture Radar) capaz de obter imagens diurnas e noturnas sem a interferência de nebulosidade.

- Os satélites meteorológicos da série NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) órbita a uma altitude de 840 Km e coletam dados atmosféricos globais, especialmente sobre as regiões polares e são também heliossíncronos. Operam em órbita circular, quase polar cujo plano orbital faz um ângulo de aproximadamente 9° com o eixo terrestre e período orbital em torno de 102 minutos. Existem sempre 2 satélites NOAA em operação que atuam de forma complementar, um passa no início da madrugada e no início da tarde, enquanto o outro passa no início da manhã e no início da noite. Portanto, os imageamentos são realizados a cada seis horas.

Em 1999 estavam em operação os satélites NOAA-14 e NOAA-15. O sistema sensor de imageamento do NOAA é o AVHRR (Advancing Very High Resolution Radiometer). O AVHRR e demais sensores do NOAA destinam-se principalmente a estudos globais relacionados a: cobertura vegetal; discriminação e distribuição de nuvens; separação terra-água; avaliação da extensão da cobertura de neve e gelo; determinação das temperaturas superficiais dos mares e oceanos; levantamento do perfil vertical da temperatura da atmosfera, conteúdo de vapor de água na atmosfera; conteúdo de ozônio; medição do fluxo de partículas provindas do Sol e incidentes na superfície terrestre.

Mais detalhes sobre os sistemas sensores, buscar o site da EMBRAPA Monitoramento

por satélite <http://www.sat.cnpem.embrapa.br/conteudo/sensorpassivo.htm>

### 3.6. Videografia Digital Aérea

A videografia digital aérea é uma técnica de sensoriamento remoto que vem sendo utilizada desde a década de 1980 para monitorar a situação de áreas agrícolas (EVERITT; NIXON, 1985).

Consiste na aquisição de imagens por câmera de vídeo aerotransportado a baixa altitude utilizando sistema composto por câmera, GPS, altímetro, interligados (GALISSON, 2000).

O sistema utiliza uma ou mais câmeras de vídeo, acopladas a uma aeronave, de forma a obter imagens verticais, isto é, paralelas ao solo.

Um dos motivos para o emprego desta técnica é o seu baixo custo para a obtenção das imagens e a rapidez com que estas podem ser capturadas, processadas e analisadas.

O produto gerado possui maior resolução espacial quando comparado com a maioria dos sensores (POMPERMAYER NETO, 2003).

Nos últimos anos, a videografia aérea tem se tornado importante ferramenta para análise e monitoramento da cobertura vegetal (EVERITT *et al*, 1990) e, principalmente, para a validação dos produtos gerados por imagens orbitais (MARSH *et al*, 1994; EVA e LAMBIM, 1998).

Segundo Mausel *et al* (1992), as principais vantagens da videografia aérea são: baixo custo; tempo real de aquisição e processamento das imagens; capacidade de coleta dos dados nas faixas espectrais do visível ao infravermelho próximo (0,5 a 1,2  $\mu\text{m}$ ) e no infravermelho médio (1,35 a 2,50  $\mu\text{m}$ ), com a mínima influência atmosférica; e a possibilidade de interpretação dos alvos ou das cenas diretamente no monitor do vídeo ou em posteriores trabalhos de processamento de imagens.

A altitude de sobrevôo para levantamentos aéreos pode variar de 300m a 3.000m dependendo do tipo de aeronave utilizada e o tipo de sensor acoplado. Para levantamentos por videografia digital de pequenas áreas ou área urbana, a altitude usual é de 600m até 1.800m. Figura 4.

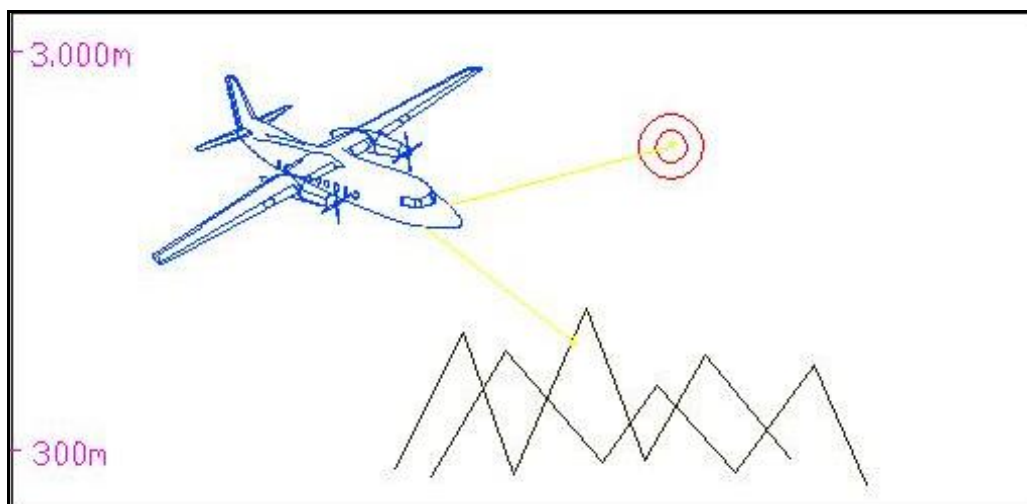


Figura 4 - Esquema de sensoriamento remoto com sensor aerotransportado. Altitude de sobrevôo

### 3.6.1. Histórico do desenvolvimento da tecnologia e dos produtos gerados

O histórico da evolução e do desenvolvimento de sistemas utilizando a tecnologia de vídeo como sensor remoto é descrito por Robinove e Skibiteke (1967) *apud* Everitt *et al*, (1991). Segundo Os referidos autores alguns testes com a utilização de vídeo como sensor remoto foram realizados nas décadas de 60 e 70 com equipamentos preto e branco de baixa resolução espacial.

Na década de 80, houve significativos avanços nos equipamentos de vídeo, quando foram realizados os primeiros estudos por Gausman *et al*, (1983) envolvendo câmeras de vídeo preto e branco, com sensibilidade para captar a faixa do espectro eletromagnético referente ao infravermelho próximo (0,7 até 1,1 nm). Porém, estes autores utilizaram esse sistema apenas para estudar como diferentes arquiteturas de folhas influenciavam na refletância do dossel na faixa do infravermelho próximo.

Ainda na década de 80 outros estudos desenvolvidos por Richardson *et al*, (1985), fazendo uso de um sistema de quatro câmeras de vídeo para distinguir ervas daninhas das plantas em cultivo. Everitt e Nixon (1985) também utilizaram um sistema de quatro câmeras de vídeo para identificar diferentes tipos de uso da terra.

Testes com sistemas de vídeo para imageamento aéreo visando monitoramento de culturas foram iniciados pelo USDA-ARS-RSRU (U.S. Departamento of Agriculture - Agricultural Research Service - Remote Sensing Research Unit) em Welasco, Texas, USA (EVERITT; ESCOBAR, 1996).

Vários outros trabalhos foram realizados utilizando dados multiespectrais, os quais possuem grandes possibilidades de aplicação, inclusive em agricultura de precisão. Como

exemplo de utilização de sensoriamento remoto por videografia em vegetação pode-se citar o trabalho de Drake (1996), no qual foi feita a avaliação da utilização dessa nova ferramenta na discriminação de classes de vegetação. O referido autor fez menção da videografia como uma ferramenta extremamente útil como uma fonte de dados independente ou como auxiliar na verificação de campo, quando da utilização de imagens de satélite.

Barnes *et al*, (1996) mostram um experimento típico de aplicação de Sensoriamento Remoto aéreo no acompanhamento da cultura de algodão, para medir a eficiência de irrigação. Foram obtidas imagens aéreas em quatro bandas espectrais (verde, vermelho, infravermelho e termal), com resolução espacial de 2m, durante a estação de crescimento da cultura. O acompanhamento da cultura foi realizado utilizando-se do Índice de Área Foliar (IAF). Constatou-se, com a análise, que determinadas porções da área estavam com baixos IAF, em função da não uniformidade de irrigação ou variação no tipo de solo. O mesmo trabalho possibilitou observar ataques de praga, demonstrando o leque de opções possíveis ao se analisar imagens de sensoriamento remoto, com sensor acoplado a aeronaves.

Outras aplicações foram estudadas no sentido de integrar dados multiespectrais com dados físicos do tipo IAF e temperatura, em modelos de crescimento (BARNES *et al*, 1996). Moran *et al* (1995) utilizaram dados de sensoriamento remoto para estimar IAF assim como dados de evapotranspiração em modelo de crescimento de alfafa.

Os avanços nos sistemas de gravação e processamento das imagens através de computadores têm viabilizado o uso do vídeo como sensor remoto. No Início, esta ferramenta foi testada apenas para a observação da evolução de fenômenos e eventos rápidos como, cheia de rios, avanço de queimadas, ocupação do solo urbano, em lugares afastados e em áreas pequenas (GALISSION, 2000).

Trabalhos mais recentes mostram que a Videografia Digital Aérea, abriu um leque de possibilidades de uso que vão da validação de dados orbitais, HESS *et al*,. (2002), onde foram usados dados de videografia digital para avaliar a precisão de mapeamento dos limites da área alagável da região Amazônica; Criação de uma biblioteca digital de videografia aérea da Amazônia na Web, Castellari (2007); uso de cenas videográficas para avaliação da floresta urbana (ROLLO *et al*, 2007).

A metodologia básica para a utilização da Videografia Digital Aérea se compõe de três etapas:

- a) Planejamento do vôo: com a ajuda de um mapa, por exemplo, o usuário desenha o plano de vôo segundo a resolução das imagens que ele quer a geometria e a

extensão da zona a monitorar. O resultado é uma lista de coordenadas em um GPS, que indicam ao piloto o plano e a cronologia do voo.

- b) Aquisição das imagens e trilha de GPS com pontos: o equipamento está instalado no avião e o piloto vai seguir o plano de voo e respeitar as várias linhas de sobrevoo necessárias a aquisição de imagens de toda a área do plano de voo. As imagens são gravadas em um cartão de memória e os dados do GPS de navegação são salvos em um arquivo de trilhas na memória do GPS e posteriormente são passados para um computador através de software específico.
- c) Processamento de dados: a navegação é usada para verificar a qualidade do voo em relação ao plano de voo e é usada também no Georreferenciamento das imagens. As imagens de videografia são puxadas da mídia de gravação e processadas no computador em quaisquer formatos de imagem (JPG, TIF, GIF, etc.).

### **3.6.2. Processamento do Vídeo**

Vários produtos podem ser extraídos a partir do filme digital capturado durante o sobrevoo, os frames que são produzidos numa velocidade de 12 a 30 fp/s (frame por segundo) onde se podem estampar os metadados do GPS e da filmadora no rodapé do quadro, são mais comuns os dados de data, hora, altitude, coordenada geográfica e datum de aquisição.

Os frames podem estampar os metadados do vídeo e da trilha do GPS, quando tratados em software de sincronia de dados (Vide Figura 5).



Figura 5 - Frame geocodificado, extraído de videografia. Fonte: Projeto videografia GEOMA/MCT, 2007.

Outro produto comum é um conjunto de mosaicos de imagens correspondendo a diferentes linhas de vôo, como mostra a Figura 6.

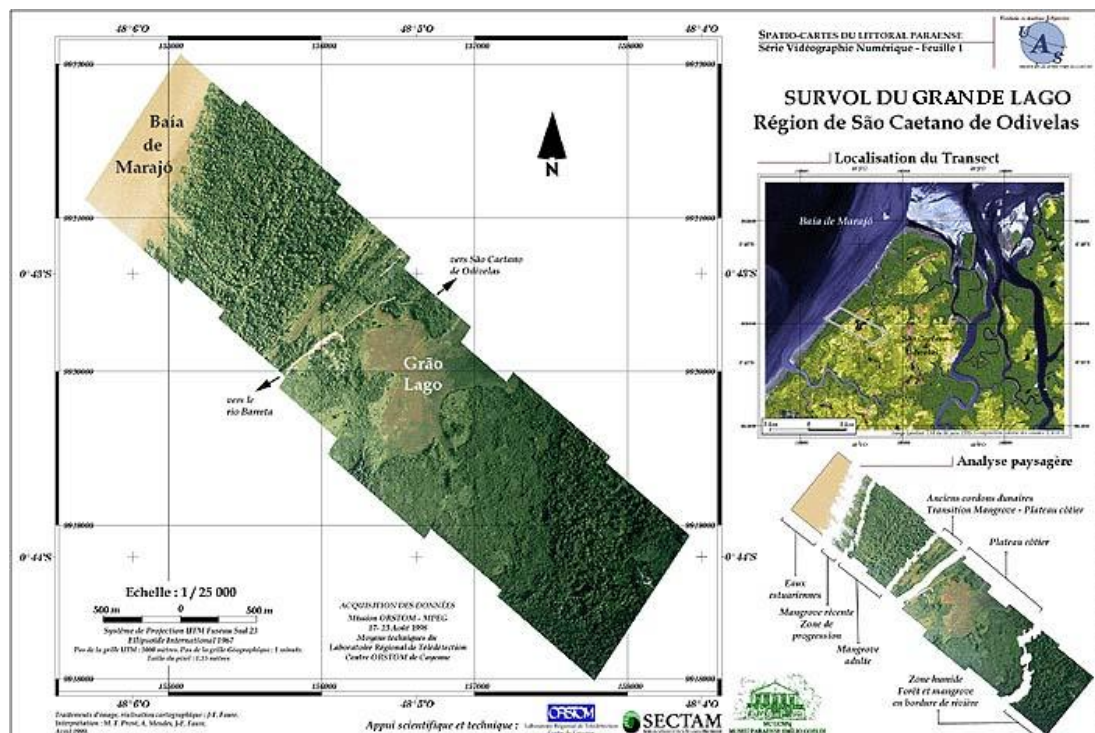


Figura 6 - Mosaico gerado por videografia digital aérea. Fonte: IRD/IEPA, 2005.

O processamento das imagens videográficas se dá por meio de utilização de softwares

específicos, que geram um banco de dados com frame das imagens, identificados com coordenadas geográficas, data, hora, altitude, número do frame. Podem ser agrupados, formando um mosaico de imagens para posterior análise das cenas (POMPERMAYER NETO; COUTO, 2003).

### **3.6.3. Classificação de imagens**

A classificação visual de imagens, segundo Moreira (2001), é o processo de extração de informações a respeito dos alvos da superfície terrestre, com base em suas respostas espectrais, aliado a outros elementos da fotointerpretação, tais como: forma, textura, tonalidade/cor, sombra, etc. Até o final da década de 90, a classificação visual era realizada em produtos analógicos, ou seja, imagens em papel fotográfico.

Atualmente, com o avanço no desenvolvimento de “softwares” para tratamento de imagens, é possível realizar uma interpretação, no computador, muito parecida com a interpretação visual feita em produtos fotográficos. Esse procedimento “híbrido” apresenta muitas vantagens quando comparado a interpretação visual em imagens fotográficas. Dentre essas vantagens destaca-se o fato de gerar um arquivo digital, o que permite fornecer mapas temáticos na escala desejada.

### **3.6.4. Interpretação visual da imagem**

No processo de Interpretação Visual da Imagem (I.V.I.). A imagem adquirida é tratada, porém sem um fim específico. Em seguida, é realizada a classificação visual com uma determinada finalidade. Normalmente, quando se utiliza um processo de classificação, a tendência é a procura de uma melhor qualidade na área específica de interesse, há várias opções de modo que o usuário deve procurar a que melhor se adéque à sua necessidade. Tendo a imagem em mãos, o passo seguinte é o de reconhecer o que existe na imagem e extrair dela o que lhe interessa.

A interpretação visual requer do usuário conhecimentos prévios de razoável monta. Por exemplo, há necessidade do conhecimento da época adequada para a obtenção da imagem, tipo de produto, escala, entre outros.

Dependendo do tipo de interesse, a Interpretação Visual da Imagem requer mais conhecimentos da área “in loco”, o que nem sempre é possível, ou associações com imagens de satélite, entre outros.

A falta de conhecimento de campo requer que a interpretação visual da imagem seja auxiliada por uma chave de interpretação: Conhecimentos utilizados que são estruturados

como se fosse formulações para se resolver um problema. Criam-se legendas que vão funcionar como critérios de separação das diversas classes. Além de fixar a interpretação, as legendas auxiliam uma leitura mais rápida.

### 3.6.5. Interpretação visual do vídeo

Quando o vídeo é digitalizado, inicia-se o processo de compressão: Como o olho é muito sensível a luminância, a digitalização dá-se com máxima resolução, porém a informação de croma é comprimida para metade devido ao olho humano ser menos sensível para esta informação de cor.

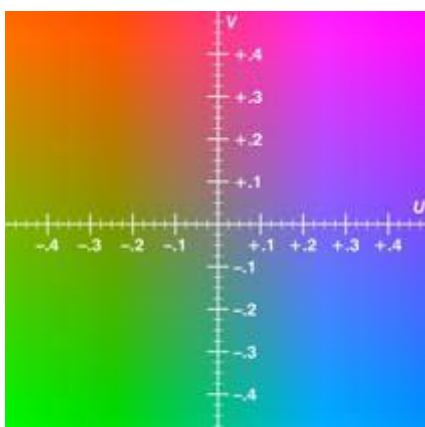
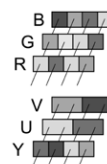
A digitalização destes 3 canais é então referida como 4:2:2, o que significa máxima informação (4 samples/amostras) de luminância e apenas metade para croma (2 samples/amostras de U e 2 samples/amostras de V).

Se o formato HDV capta com compressão 4:2:0, podemos entender que se está passando máxima informação de luma, compressão para metade de Yb (laranja e cyan) e máxima compressão de Yr (Amarelo, verde e púrpura). O que significa que se quisermos fazer correção de cor num clip HDV, teremos pouca informação em Yb e menos ainda em Yc, conforme ilustra a Figura 7.

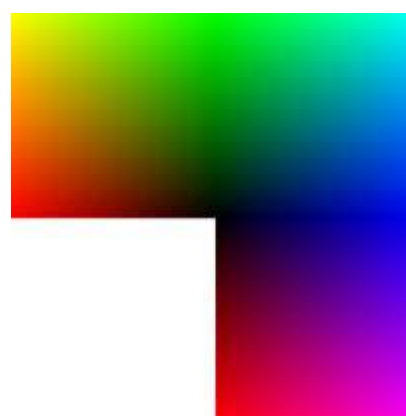
DVcam e DVcpro - 4:1:1

HDV - 4:2:0

HD - 4:2:2 e 4:4:4



YUV



RGB

Figura 7 - Espectro visível YUV/PAL-M e RGB/NTSC

### 3.6.6. Classificação digital ou automática

Para Lillessand e Kieffer (1987), o objetivo geral dos procedimentos de classificação é categorizar automaticamente todos os pixels de uma determinada imagem, atribuindo a cada pixel um rótulo que contenha as informações de um objeto do mundo real.

Dainese (2001) descreve que a classificação digital de imagens consiste em estabelecer o processo de decisão, pelo qual um grupo de pixels é definido como pertencente a uma determinada classe ou tema que descreve um objeto no mundo real.

Para estabelecer o processo de classificação digital primeiramente devem ser escolhidas as feições de interesse, seguido da determinação do método “Padrão de Comparação”, ou seja, a classificação propriamente dita e o modo de avaliação da exatidão do mapa gerado (MATHER, 1999).

Conforme Schowengerdt (1997), tradicionalmente a classificação de uma imagem segue os seguintes passos: extração de feições (transforma a imagem multiespectral em uma imagem com áreas onde as características espectrais ou espaciais idênticas são agrupadas, ou seja, procedimento de segmentação); treinamento (extração dos valores de cinza de pixels utilizados na função de discriminação, este processo pode ser automático ou não); categorização (consiste em rotular a cada pixel a uma categoria temática).

Dainese (2001) afirma que a escolha das feições de interesse baseia-se no reconhecimento das respostas espectrais das classes. Os métodos de classificação digital são agrupados em três tipos: não-supervisionados, supervisionados e híbridos.

No método de classificação não-supervisionada não há necessidade do conhecimento a priori sobre as classes existentes na imagem. Entretanto, é necessário que o analista forneça ao sistema alguns parâmetros (limiares) os quais servirão como critérios de decisão no momento de agrupar pixels em classes distintas (RICHARDS, 1986). Em outras palavras, o algoritmo define as classes, assim como a estratificação da cena sem a interferência do analista. Durante o processo de agrupamento dos pixels espectralmente semelhantes são considerados os parâmetros fornecidos pelo analista. Entre os algoritmos que utilizam este método, este trabalho testou o K-Médias e o Isoseg.

No método de classificação supervisionada é exigido o conhecimento prévio do fotointérprete sobre a área que se deseja classificar. Desta forma, é necessário o conhecimento do comportamento espectral dos alvos contidos na área, para poder retirar amostras significativas de cada classe. A partir dessas amostras são extraídos os parâmetros para treinamento do classificador, que separa e identifica cada classe selecionada utilizando regras

estatísticas pré-estabelecidas (SCHOWENGERDT, 1983; ADENIYI, 1985; MATHER, 1999).

Para Lillesand e Kiefer (1987), entre os métodos iterativos de classificação, os mais comuns são a classificação por Paralelepípedo (Single Cell) e a classificação por Máxima Verossimilhança (Maximum Likelihood).

O método híbrido, segundo Moreira (2001), é o procedimento que se utiliza, inicialmente, a abordagem não-supervisionada, para agrupar classes espectralmente semelhantes. Em seguida, emprega-se a abordagem supervisionada, extraíndo as áreas de treinamento de classes resultantes do agrupamento, na fase não-supervisionada. Esse procedimento pode ser vantajoso, porque o analista adquire amostras de treinamento em áreas homogêneas “pixels puros”.

As transformações espectrais são processos utilizados para modificar os atributos espectrais de dados de Sensoriamento Remoto. Estas transformações procuram evidenciar características pouco realçadas nos dados originais. Segundo Schowengerdt (1997), existem diversos métodos que podem ser aplicados nas imagens, dentre eles foram testados os métodos das Principais Componentes, do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada e do Modelo Linear de Mistura Espectral.

A transformação por Principais Componentes parte do princípio da existência de informações redundantes nas imagens multiespectrais. Essas redundâncias estão associadas à correlação existente na resposta espectral dos alvos, na topografia e nas faixas de superposição das bandas do sensor. O processo de transformação por PC's remove esta redundância, embasado na matriz de covariância, que servirá para rotacionar os eixos do principal componente, visando reduzir a dimensionalidade dos dados (RICHARDS, 1988; SCHOWENGERDT, 1997; MOREIRA, 2001).

Conforme Moreira (2000), os índices espectrais de vegetação, ou índices de vegetação são definidos com a combinação de dados de duas ou mais bandas espectrais. Essa seleção de bandas visa melhorar a relação dos dados espectrais com os parâmetros da vegetação. Diversas pesquisas foram concebidas para obtenção de índices de vegetação com mais diferentes aplicações, destacando-se o NDVI.

O Modelo Linear de Mistura Espectral gera três componentes denominados de imagem solo, imagem vegetação e imagem sombra ou água, a partir das imagens originais. Em outras palavras, gera esses três componentes, por meio da análise dos *pixels* das imagens originais, segundo a porcentagem de solo, vegetação e sombra. Os *pixels* que carregam maior

informação sobre florestas, p. ex., são realçados (nível de cinza maior) no componente vegetação. De maneira análoga acontece ao solo, sombra ou corpos d'água. Este método baseia-se em uma equação de regressão, para estimar a porção de cada componente (SHIMABUKURO; SMITH, 1991; PEDDLE *et al*, 1999; MOREIRA, 2001).]

Para avaliar a exatidão de mapeamento, segundo Smits *et al*, (1999) são necessários: dados de verdade terrestre, esquema de classificação e semântica da categoria, esquema e tamanho da amostragem.

Ippoliti-Ramilo (1999), afirma que para quantificar os erros de mapeamento é necessário utilizar técnicas e unidades de amostragem, comparar os dados coletados no campo com os gerados pelo mapeamento e utilizar estatísticas para avaliar a exatidão do mapeamento. As técnicas empregadas para avaliar a exatidão do mapeamento são várias, Smits *et al*, (1999), apresentam estas técnicas em quatro categorias: baseadas em matriz de confusão, técnicas fuzzy, características operador receptor, demais técnicas.

A técnica baseada em matriz de confusão apresenta os dados referentes à distribuição de percentuais de pixels classificados de forma correta e incorreta (SMITS *et al*, 1999).

Segundo Congalton e Green (1999), os objetivos dessa técnica são: oferecer dados que permita o ajuste das áreas das classes obtidas por algum tipo de classificação, cálculo de parâmetros de exatidão geral da classificação, identificação de erros específicos que afetem cada uma das categorias.

No processamento digital, os sistemas eletrônicos auxiliam o intérprete na extração das informações contidas nas imagens, as quais são tratadas adequadamente de forma a realçar os detalhes requeridos ao objetivo.

A utilização de fotografias aéreas para levantamentos do uso do solo é de fundamental importância, segundo Loch e Lapolli (1989), Franzoni *et al* (1992), Lapolli *et al* (1991). Através dos elementos de reconhecimento são identificadas as várias classes de uso do solo.

Pereira, Kurkdjian e Foresti (1989), recomendam que, se tratando do uso de fotografias aéreas em levantamentos do uso do solo, deve-se selecionar a escala dessas fotos na fase do planejamento do trabalho, pois a escala depende do objetivo deste e dos recursos disponíveis.

Lapolli, Alves, Bastos (1991), concluíram que as técnicas usuais de classificação de imagens digitais funcionam de forma adequada para pixels que sejam bem representativos de cada uma das classes, podendo ocorrer distorções quando se tratar pixels mistos. Para a identificação desses pixels, os autores propõem o uso de conjuntos difusos e redes neurais.

Gong e Howarth (1992), desenvolveram um método de classificação contextual com o objetivo de obter informação sobre o uso do solo. O classificador desenvolvido mostrou-se eficiente, em termos computacionais.

Jacobs, Maximiano e Ihlenfeld (1993), realizaram uma composição colorida (bandas 3,4 e 5, TMLANDSAT), utilizando a técnica de manipulação de contraste. Concluíram que essa técnica melhorou a qualidade da imagem, apresentando as classes temáticas bem definidas.

Para Lapolli, Alves e Barcia (1993), embora a automatização do processo de classificação de imagens seja desejável, a precisão depende, fundamentalmente, das amostras fornecidas, sendo muito importante o papel do analista dentro do processo.

Segundo Novo (2008), os elementos básicos de análise de imagens são semelhantes entre técnicas digitais ou técnicas visuais de interpretação. De acordo com diversos autores, entre os quais se podem citar: Santos (1986), Pereira, Kurkdjian e Foresti (1989), os principais elementos utilizados são: forma, tamanho, sombra, tonalidade, padrão, textura, localização e relação de aspectos.

Novo (2008) faz a distinção dos dois métodos utilizados atualmente para análise de dados de Sensoriamento Remoto, salienta que no processo visual, o principal “equipamento” de interpretação é o ser humano, que se utiliza princípios de análise, incluindo métodos para detectar, identificar e medir os objetos observados.

### **3.7. Aplicações da videografia**

Devido a gama de vantagens o uso desta técnica tem sido crescente e uma variedade de aplicações tem sido feita com o uso desse tipo de dado, como, por exemplo, estudos voltados para o planejamento urbano, uso do solo agrícola, detecção de impactos ambientais rurais e urbanos, avaliação de catástrofes naturais, dentre outros (CASTELLARI, *et al* 2007).

A videografia digital aérea vem sendo utilizada também, para avaliação, detecção e prevenção de problemas na agricultura, no manejo de áreas naturais e no monitoramento de áreas urbanas.

As vantagens da ferramenta são: sua facilidade de utilização, a leveza do equipamento, a rapidez do processamento das imagens e sua capacidade de adaptação a várias situações (meteorologia, necessidades com respeito à resolução, geometria da zona monitorada...). Infelizmente, os produtos desta ferramenta não têm uma boa qualidade geométrica, pois isto depende da câmera e das perturbações durante o voo, sendo então muito difícil usar estes dados para produzir documentos cartográficos confiáveis.

Por isso, é importante definir precisamente as necessidades dos usuários antes de investir nesta técnica. A videografia digital aerotransportada pode ser uma ferramenta muito simples se usarmos os dados só pra observar vários temas, mas esta técnica pode torna-se muito mais complexa quando o objetivo do processamento for à produção de um mapa georeferenciado. Com efeito, este objetivo precisa da implementação de mais opções como um giroscópio, por exemplo, o que implica em um processamento muito mais pesado. Neste caso, as vantagens da videografia não poderiam mais justificar a utilização desta técnica, comparado à fotografia aerotransportada ou ao sensoriamento remoto orbital.

A videografia também é utilizada para solucionar problemas de monitoramento do uso e ocupação do solo, para complementar as observações de terreno e afinar informações interpretadas a partir de imagens de satélites.

As características da ferramenta (sobrevôo abaixo das nuvens e alta resolução espacial) vieram cobrir uma lacuna existente no recobrimento de pequenas áreas, onde a incidência de nuvens em imagens de satélite com sensores ópticos e a falta de recobrimentos aéreos regulares em escalas locais são entraves para estudos que permitam a identificação das condições de ocupação da superfície do terreno, principalmente em áreas litorâneas (GALISSON *et al*, 2005).

No mapeamento da cobertura vegetal da região da Floresta Nacional do Tapajós (FNT) no Pará, realizado por imagens multitemporais do satélite Landsat, para a validação do mapeamento, foram utilizadas imagens de videografia aérea e dados de levantamento de campo. Através da análise da matriz de confusão, foi observada uma exatidão global de classificação, de 84,5% e um índice kappa de 80,9%. O uso dos mosaicos de videografia aérea e dos pontos de levantamento de campo, dentro de um sistema de informação geográfica, permitiu caracterizar e avaliar a qualidade do mapeamento da região da FNT. O objetivo deste estudo foi utilizar os dados de videografia aérea e dados de levantamento de campo (verdade terrestre) para a validação do mapeamento da cobertura vegetal da região da Floresta Nacional do Tapajós (FNT), utilizando dados multitemporais Landsat (ESPIRITO-SANTO, SHIMABUKURO, 2005).

Em algumas regiões da Amazônia, o uso conjunto de videografia aérea e de imagens orbitais tem possibilitado a realização de diversos estudos de vegetação. (HESS *et al* 2002) indicaram a importância do uso das imagens de videografia aerotransportada na validação dos resultados do projeto “Global Rain Forest Mapping” de toda a Amazônia, realizado com os dados do JERS-1 (Japanese Earth Remote Sensing Satellite).

Marsh, Walsh e Sobrevila (1994) utilizaram imagens de videografia aérea para treinamento e validação da classificação de uma imagem de satélite (Landsat) em Mato Grosso. Thales (2001) determinou a densidade de cobertura de babaçu (*Orbignya* sp.) em uma área próxima do rio Xingu no Estado do Pará, com o uso de imagens de videografia aérea e uma imagem orbital Landsat. Affonso (2003), também utilizando imagens de videografia e uma imagem Landsat, conseguiu caracterizar as fisionomias vegetais de uma área na Amazônia Oriental (Marabá, PA).

O sobrevôo realizado pelo GEOMA/MCT – Videografia 2006 pode ser caracterizado como uma missão de reconhecimento e teve como principal objetivo coletar dados e identificar alvos da superfície terrestre da região Amazônica através de registros fotográficos convencionais, Sistema de Posicionamento Global (GPS) e técnicas de videografia.

Os dados adquiridos neste trabalho devem dar suporte às atividades de mapeamento, análise e identificação de feições e fenômenos de interesse nos estudos sobre a dinâmica de uso e cobertura da terra, ordenamento territorial, dinâmica populacional, assentamentos humanos e biodiversidade, entre outros.

A missão foi coordenada por representantes de três Institutos que fazem parte da Rede Temática GEOMA, do Ministério de Ciência e Tecnologia (MCT): Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG) e Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA).

Devido ao potencial de uso e a riqueza de informação contida nas imagens de videografia que servem a uma variedade de aplicações é primordial que essa informação seja armazenada de forma organizada e estruturada. A escolha natural é o armazenamento da coleção de imagens de videografia em um Banco de Dados.

Os Bancos de Dados são gerenciados por um Sistema Gerenciador de Banco de Dados (SGBD) cujo objetivo principal é controlar o acesso e gerenciar a correta manutenção dos dados armazenados em um banco de dados. Dessa maneira, são garantidas a persistência, organização e recuperação dos dados.

Como iniciativa de disponibilizar os dados de videografia armazenados no banco de dados foi desenvolvida uma Biblioteca Digital de Videografia Aérea da Amazônia, localizada no portal da Rede GEOMA/MCT (CASTELLARI; MAURANO; ESCADA, 2007).

O Estado do Amapá, onde sua capital tem um índice pluviométrico anual, (média normal) de aproximadamente 4500 mm/ano de chuva, ganhou no primeiro ano do século XXI um trabalho de levantamento de área urbana, com a utilização da videografia

aerotransportada, o projeto: Testes videográficos no Estado do Amapá: cooperação franco-brasileira.

Através de três campanhas técnico-científicas, realizadas no âmbito da Cooperação entre o Laboratório de Sensoriamento Remoto (LRT), do Instituto de Pesquisas para o Desenvolvimento (ex-ORSTOM), em Caiena, e o Instituto de Pesquisas Científicas e Tecnológicas do Estado do Pará (IEPA), foram realizados vários testes, com objetivos variados, de acordo com a necessidade e a infra-estrutura das instituições envolvidas.

Tais testes tiveram o apoio do Fonds Intraministeriels Caraïbes-Guyanes (FIC) e permitiram a melhoria de intercâmbio entre pesquisadores brasileiros e franceses. Os resultados dos trabalhos levaram à implementação da ferramenta que se encontra operacional e tornou-se uma peça-chave no estado do Amapá devido à carência das informações a respeito do estado atual dos seus recursos naturais e do uso e ocupação de seu território.

Observa-se por meio das citações que, grande parte dos trabalhos aborda aspectos qualitativos em vez de quantitativos, demonstrando a importância de se ter estudos que permitam conhecer melhor a operacionalidade e a definição dos produtos gerados pelas câmaras.

### **3.8. Sistemas de Videografia no Brasil**

No Brasil o desenvolvimento da ferramenta videografia digital aérea tem seus primeiros registros a partir de dois trabalhos pioneiros feitos na Amazônia que procuravam desenvolver e experimentar a tecnologia de obtenção de imagem através de filmagem aérea sincronizando os dados de um GPS na trilha de som do vídeo através de um sincronizador de dados (Horita GPS III)

O primeiro se deu em 1997 durante uma campanha do INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, em missão de observação das regiões alagadas da Amazônia, *et al* (2002), e o segundo em 2001 também na Amazônia, na cidade de Macapá numa cooperação entre o instituto Francês IRD – Instituto de Pesquisa para o Desenvolvimento e o IEPA – Instituto de Pesquisas Científicas e Tecnológicas do Amapá, para monitoramento de ambientes costeiros (SILVEIRA et al., 2005).

#### **3.8.1. O experimento DIGICAM**

No período de 25 de setembro a 8 de outubro de 1997, o INPE realizou em cooperação com a Universidade de Santa Bárbara, Califórnia (UCSB) e o Laboratório de Propulsão a Jato (JPL) uma missão de observação das regiões alagadas da Amazônia com o objetivo de obter

dados sobre suas características no período de seca.

A missão se estendeu por vários estados brasileiros entre bases de operação, foram sobrevoadas trajetórias nas áreas que incluíam principalmente, os ecossistemas alagados.

Durante a missão foi realizado o experimento Digicam, teste de um sistema de aquisição de vídeo, aerotransportado, desenvolvido pelo Departamento de Conservação dos Recursos Naturais e da Ciência de Computação da Universidade de Massachussets (Natural Resource Conservation and Computer Science of the University of Massachusetts-Umass, Amherst).

Os testes foram desenvolvidos pelo Dr. Carlos Alberto Steffen com o objetivo de verificar a eficiência do sistema digital de videografia para documentação das áreas de observação, e da viabilidade de se utilizar tal sistema para derivar informações biofísicas da floresta, que pudessem servir para calibrar dados orbitais.

O sistema videográfico utilizado no experimento DIGICAM era composto basicamente de uma câmara de vídeo digital SONY DCR-VX1000, um receptor GPS MAGELAN NAV5000, um gerador de código de tempo e coordenadas HORITA GPS3 e de sistemas auxiliares conforme a Figura 8.



Figura 8 - Equipamentos do sistema Digicam

Uma plataforma de adaptação foi construída para receber a câmara digital VX1000 em visada vertical e uma segunda câmara analógica SONY HI-8 em posição oblíqua para permitir uma visada mais abrangente do terreno. Todo o sistema foi instalado na aeronave Bandeirante EMB110 do INPE (Figura 9) que conta com um receptor GPS GARMIN NAV100 acoplado ao sistema de piloto automático (HESS *et al*, 2002).



Figura 9 - Avião Bandeirante do INPE, usado em videografia aérea.

O Experimento Digicam se tornou comercial através da empresa GEOPIX - Imagens Digitais Ltda., que presta serviço de videografia digital aérea a diversas empresas e instituições de pesquisa e ensino do país e do exterior.

Dentre as aplicações do sistema estão;

- Suporte para a interpretação de imagens orbitais.
- Gerenciamento de reflorestamentos.
- Monitoramento de desmatamentos.
- Danos ao meio ambiente.
- Invasões de áreas.
- Manutenção de torres de alta tensão.
- Manutenção de rodovias.
- Manutenção de oleodutos.
- Atualização cadastral.
- Documentação de eventos.
- Busca e salvamento.

### **3.8.2. Testes Videográficos no Amapá, Cooperação Franco-Brasileira.**

O conhecimento dessa ferramenta no Estado do Amapá iniciou através do Fundo Internacional Caribenho (FIC) e da Rede de Cooperação Brasil/França - ECOLAB, quando o Laboratório Regional de Sensoriamento Remoto do Instituto (LRT), IRD (ex-ORSTOM) e o Instituto de Pesquisas Científicas e Tecnológicas do Estado do Amapá (IEPA) realizaram

campanhas científicas com o objetivo de obter dados videonuméricos aéreos, realizando, assim, os primeiros testes em regiões Amapaenses.

Os testes focalizaram problemas específicos nas áreas costeiras, entretanto a ferramenta já tinha sido testada pelo Instituto de Pesquisa para o Desenvolvimento (IRD) na África e na Guiana Francesa, abordando temas relacionados com a botânica, fitoecologia, ambientes urbanos, pedologia, sedimentologia e hidrologia (TIMOUK, *et al*, 1998).

Na primeira missão, os levantamentos videográficos foram realizados escolhendo-se áreas chaves no estado em diferentes ambientes sob condições meteorológicas variáveis, objetivando a aplicação na hidrologia, sedimentologia, geomorfologia, uso e ocupação do solo e na determinação de assentamentos humanos nas áreas costeiras, sendo recobertas 6 zonas, em áreas testes selecionadas (TIMOUK *et al*, 1998).

As atividades de recobrimento e processamento de imagens videográficas foram realizadas utilizando-se um avião CESSNA 206, uma filmadora digital Sony DCR-VX1000E, com monitor, um mapa de captura videonumerizado DVBK-2000E, um computador PC Pentium 200 MMX de 128 Mb RAM e 9 Gb de memória de massa, um altímetro, um cronômetro e uma plataforma articulada que sustenta a câmera digital. O recobrimento das zonas testes foi realizado entre a altitude de 720 e 2.700 metros, com resolução de pixel entre 0,70 e 2,5 metros, respectivamente. No laboratório, vários níveis de processamento foram utilizados: captura e extração de imagens brutas (formato JPEG), extração do quadro útil da imagem, mosaico de imagens, reconstituição de segmentos e reajustamento geográfico sobre imagens de satélite de referência.

Ainda nessa campanha, iniciou-se o processo de transferência da tecnologia a partir da especificação dos campos de aplicação da videonumerização aerotransportada, vantagens de utilização assim como dos custos de instalação e de utilização. Um relatório de atividades foi gerado contendo os dados dessa campanha.

Na segunda missão, foi realizados o levantamento videográfico da orla de Santana e parte da orla de Macapá, dando início aos recobrimentos de áreas propostas no estado para utilização da ferramenta.

Os levantamentos realizados foram nas mais diversas horas de vôos e em diferentes condições atmosféricas a uma altitude entre 3.000 e 4.000 pés. Para esta última, o tamanho de pixel da imagem foi de 1,24 metros, aproximadamente.

A terceira missão consistiu da transferência de informações para a confecção da plataforma articulada que sustenta os equipamentos. Essa transferência se deu através de

reuniões e de troca de informações e experiências sobre o uso da plataforma do IRD no avião CESSNA 206 do Governo do Estado do Amapá, permitindo o desenvolvimento da plataforma do IEPA com melhoramentos para adaptar-se à realidade do estado. Ainda nessa missão, houve um mini-curso com vistas à introdução de técnicos do estado na aquisição e processamento de dados Videográficos.

## **4. MATERIAL E MÉTODOS**

Nesta seção são apresentados os materiais e métodos utilizados neste trabalho, bem como as áreas de estudos e a razão pelas quais elas foram escolhidas para a realização do trabalho de campo. Apresenta-se ainda, fotografias dos equipamentos utilizados no processo de aquisição de imagens digitais aéreas por meio do sistema SISVDA (sistema de videografia digital de alta resolução espacial), destacando as características e especificidades desses equipamentos, bem como descreve-se os softwares utilizados e suas aplicações em cada etapa do trabalho de campo.

### **4.1. Áreas de Estudo**

Amazônia Central, Estado do Amazonas, Cidade de Manaus

Áreas específicas:

Bacia do Tarumã > trecho da Rodovia BR 174(Km 01 ao Km 21), canal principal da bacia do Tarumã-Açú, zona norte do município de Manaus.

Área urbana Manaus > área do Campus UFAM e seu entorno, Zona sul da cidade de Manaus.

#### **4.1.1. Amazônia Central**

A Amazônia central apresenta-se com uma grande área de planície, com altitude até 100m, ao longo do grande rio Amazonas, constituída de sedimentos recentes resultantes da deposição de aluviões transportados pelos rios. Esta área é denominada de “grande depressão da Amazônia central”, vide figura 10



Figura 10 - Amazônia central. Fonte: projeto HIBAM

#### 4.1.2. O Município de Manaus

Manaus está localizada na região central da Amazônia, no Estado do Amazonas, na margem esquerda do Rio Negro, está encravada no meio da Floresta Amazônica. Possui uma população de 1.709.010 habitantes (IBGE, 2008), com posição geográfica à 03°08' S e 60°00' W à altitude de 21m acima do nível do mar, na região próxima da confluência com o rio Solimões. Seu clima é considerado equatorial pela classificação de Koppen, com temperatura média anual de 33,9°C, tendo uma umidade relativa elevada durante o ano, com médias mensais entre 76 e 89%, (INMET, 2007). É a segunda mais importante cidade da Região Norte do Brasil, ocupando uma área de 11.401,058 km<sup>2</sup>, tendo uma densidade de 144,4 hab./km<sup>2</sup> (Figura 11).

Várias ilhas fluviais se encontram no entorno do município sendo a floresta a cobertura vegetal predominante. Possui grandes atrativos naturais, com destaque para o arquipélago de Anavilhanas, situado na divisa com o município de Novo Airão, e o Encontro das Águas, cartão-postal da cidade. Limita-se com os municípios de Presidente Figueiredo, Careiro da Várzea, Iranduba, Rio Preto da Eva, Itacoatiara e Novo Airão.

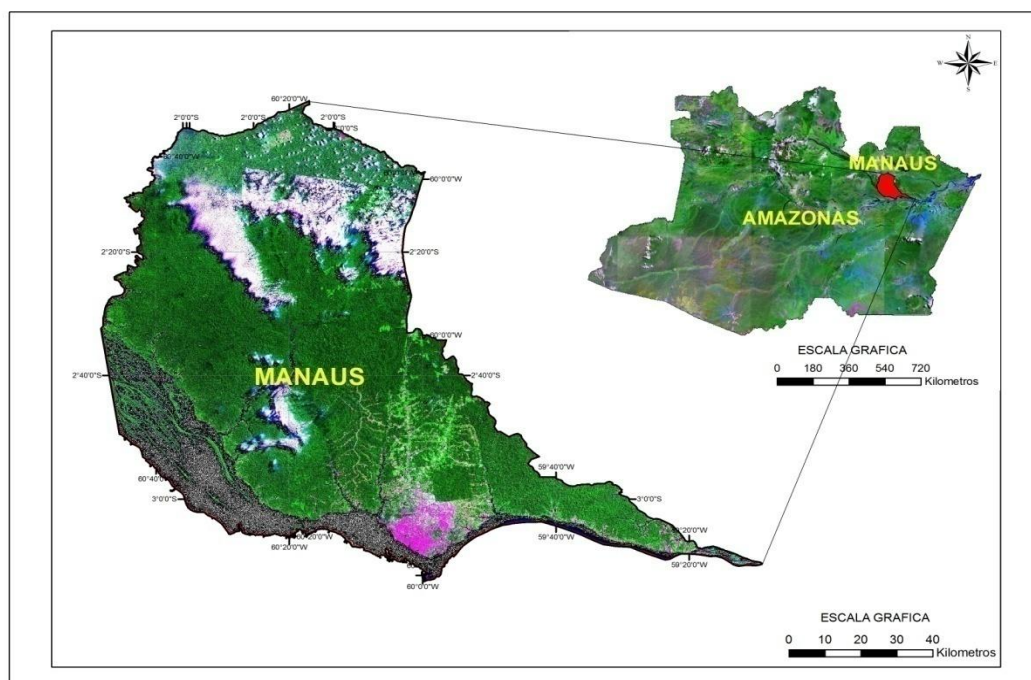


Figura 11 - Setup Área de Estudo. Estado do Amazonas. Município de Manaus

Devido à proximidade da linha do equador, o calor é uma constante do clima local. São inexistentes os dias de frio no inverno, e raramente massas de ar polares muito intensas no centro-sul do país e sudoeste amazônico têm algum efeito sobre a cidade.

A proximidade com a floresta normalmente evita extremos de calor e torna a cidade úmida. A precipitação média anual é de 2.194,9 mm, sendo agosto o mês mais seco, quando a média de precipitação no mês é de apenas 55 mm de chuva.

Em março, o mês mais chuvoso, a média fica em 310,2 mm. As estações do ano são relativamente bem definidas no que diz respeito à chuva: o inverno é relativamente seco, e o verão chuvoso (INMET, 2007).

#### 4.1.3. Bacia do Tarumã / Área Urbana de Manaus / Campus Universitário UFAM

A missão de estudo com tomada de videografia digital foi realizada no município de Manaus. A área onde foi trabalhada a pesquisa situa-se dentro dos limites da cidade de Manaus, especificamente a bacia do Igarapé do Tarumã-Açú, (Figura 12) que corta o município de norte para sul e se localiza a sudeste do município e o Campus Universitário da Universidade Federal do Amazonas e seu entorno, na Zona Sul, dentro da área urbana de Manaus (Figura 13). A escolha dessas áreas se deu em função das mesmas possuírem características de ocupação e uso do solo, distintas e possuir floresta.

A bacia hidrográfica do Tarumã está localizada nas zonas Norte e Oeste de Manaus como podem ser observados na figura 12. Esta área abrange os rios Tarumã Mirim e Tarumã Açu e seus afluentes e possui uma área total de 184.046,08 hectares, o que corresponde a 16% da área territorial do município de Manaus. Além disso, esta bacia hidrográfica tem a peculiaridade de estar localizada totalmente dentro do território do município.

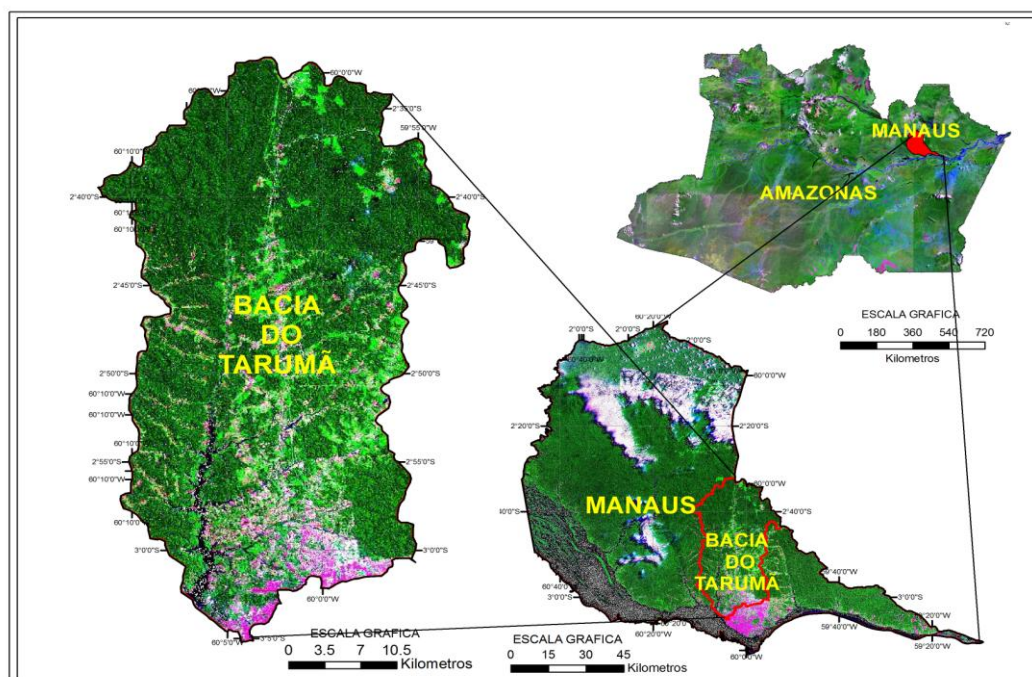


Figura 12 - Setup Área de Estudo Amazonas / Manaus / Bacia do Tarumã.

O Campus da Universidade Federal do Amazonas - UFAM ( $03^{\circ} 04,34' S$  e  $59^{\circ} 57,30' W$ ) possui aproximadamente 600 hectares, figura 13. A área do Campus é composta por platôs, vertentes e baixios e é coberta por floresta tropical de terra-firme, florestas de crescimento secundário, campinaranas e áreas desmatadas (NERY et al., 2004). Está localizada dentro de uma das maiores áreas verdes urbanas tropicais do mundo, sendo considerada um dos maiores fragmentos florestais urbanos do Brasil. (PASSOS & MENDONÇA, 2006). Tem sofrido degradações como caça, retirada ilegal de madeira, deposição de lixo nas áreas limítrofes com os bairros vizinhos, poluição dos cursos d'água e invasão.

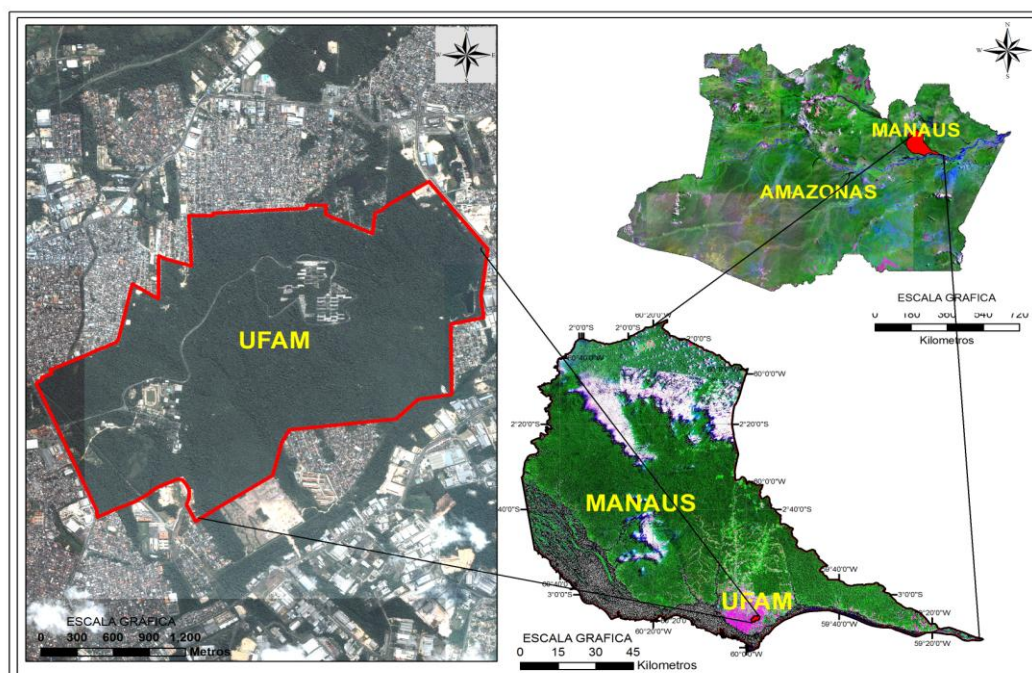


Figura 13 - Setup Área de Estado do Amazonas / Manaus / Campus da UFAM

Os motivos para a escolha do município de Manaus como área de estudo se deu em função do alto nível de cobertura de nuvens durante grande parte do ano, o que impossibilita o imageamento por satélite para obtenção de imagens de alta e média resolução na banda do visível do espectro eletromagnético, tornando o uso de sensores aerotransportados para imageamento a baixa altitude uma alternativa para obtenção de imagens.

Quanto à ocupação do solo, Manaus é uma cidade horizontal, sua expansão urbana no sentido norte e leste avança sobre os fragmentos de floresta provocando na cidade ilhas de calor. Uma forma de controlar esse problema é o monitoramento da silvicultura urbana através de imagens aéreas, dessa forma a videografia pode contribuir na identificação de áreas pontuais de pressão urbana sobre a floresta e identificar pontos na cidade carentes de área verde.

## 4.2. Materiais utilizados (equipamentos e aplicativos)

Aqui, são apresentadas as tecnologias disponíveis que fazem parte do sistema de videografia desenvolvido com base no nível tecnológico, qualidade e possibilidades financeiras. Desta maneira, foram definidos os equipamentos e os aplicativos componentes do SISVDA.

### 4.2.1. Equipamentos

- 1) Filmadora digital Panasonic HDC-SD9 full HD

- 2) Cartão de Memória SDHC de 8 GB e 16GB
- 3) Monitor Tec Toy DVT 7" T6000
- 4) Suporte para filmadora em fibra de carbono
- 5) GPS Garmin 76 CSX e GPS Garmin 60 CSx
- 6) Notebook 2 GHz core 2 Duo Tela 15.4
- 7) Aeronave: Avião monomotor Conquest 180, plataforma para os equipamentos de videografia.

## 1. Filmadora

Principal equipamento do sistema usa três sensores CCD (Coupled Charged Devices / Dispositivo de Carga Acoplada), um para cada cor principal (Vermelho, Verde, Azul) do espectro Visível. Os sensores CCD são na tecnologia HR (High Resolution / Alta Resolução) (Figura 14).



Figura 14 - Filmadora Panasonic HDC-SD9 full HD

### 1a. Características da lente

Lente Leica Dicomar com Grande Angular e Alcance de 10x Os elementos que compõem a lente foram desenvolvidos para garantirem a aquisição em alta definição (HD).

Possui conversão grande angular embutida (conversão de 35mm), fator de zoom ótico de 10x, baixa aberração cromática e resolução de alta definição (Figura 15).

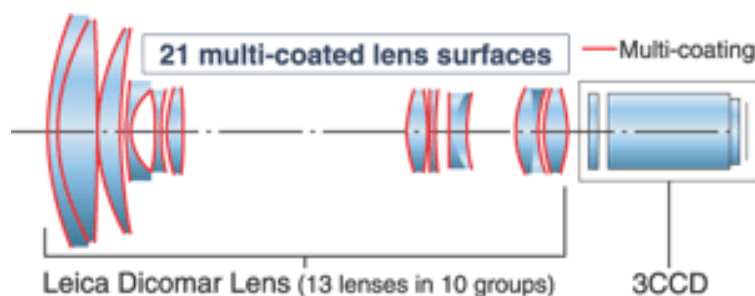


Figura 15 - Lente Leica Dicomar HDC-SD9 full HD

### 1b. Principais Características da filmadora

- Imagem HD alta definição. 1080 x 1920 pixel;
- Sensor de alta definição 1080/60p varrimento progressivo;
- Lente zoom otico 10x Leica Dicomar;
- Faixa de velocidade do obturador: 1 / 12 a 1 / 2000 seg.;
- Estabilização (OIS), para correção de câmera trema.;
- Ranhura para cartão de memória: Cartões de memória SDHC.;
- Autonomia de gravação: 128 min com cartão de 16GB (full HD);
- Taxa de amostragem: 4:2:2;
- Interface rápida USB e FireWire;
- Energia: bateria 7,9 VDC;
- Opera entre 0 e 40 °C;
- Peso: 600g;
- Dimensões (AxLxP): (6,7 x 6,5 x 12,6 )cm;

O tamanho, o peso, o valor do equipamento e a gravação de imagens em alta definição aliada à possibilidade de se usar cartão SDHC foram os atrativos para a escolha desse equipamento para compor o sistema de videografia SISVDA.

## 2. O GPS

Global Positioning System (Sistema de Posicionamento Global) é uma ferramenta de posicionamento e navegação operacional de modo permanente e global. Responde a três perguntas em qualquer lugar do mundo: Qual é minha posição? Qual é minha Velocidade? Que horas são? Podendo, dependendo do equipamento, fornecer várias outras informações úteis como: Qual a distância até o meu objetivo, informar a altitude, traçar o menor caminho

num deslocamento e outras funções.

É utilizado na maioria dos trabalhos de posicionamento geográfico, numa faixa de precisão e de escalas variadas.

No Trabalho foi utilizado o Garmin GPS map 76 CSx (Figura16), para a aquisição dos pontos da trilha do sobrevôo. Tem capacidade para 20.000 pontos de registro de coordenadas para trajetos, e receptor de alta sensibilidade. Foi usado um segundo GPS, Garmin GPS map 60 CSx (Figura17), para acompanhamento da rota traçada para o sobrevôo. Acoplado a um notebook, permite a navegação em tempo real pelos programas Global Mapper ou TrackMaker.



Figura 16 - GPS Garmin map 76 CSx. Receptor de Alta Sensibilidade. Aquisição dos pontos da trilha do sobrevôo.



Figura 17 - GPS Garmin map 60 CSx. Receptor de Alta Sensibilidade. Navegação em tempo real pela rota do plano de voo.

O GPS map 76 CSx é utilizado tanto para navegação marítima como para atividades ao ar livre. Está equipado com receptor GPS SIRF, de alta sensibilidade, que possibilita uma melhor recepção do sinal dos satélites mesmo sob vegetação densa. Apresenta tela TFT a cores, anti-reflexo e cartão de memória micro SD de 128 MB para armazenamento de mapas digitais e dos dados dos pontos e trilhas.

A transferência de dados e o carregamento de mapas são feitas pela interface USB rápida.

Através do protocolo internacional NMEA, pode partilhar as instruções de navegação com repetidores, plotters e pilotos automáticos, utilizando para isso a porta serial dedicada.

O GPS map 76CSx possui altímetro barométrico, para informação precisa da elevação e perfil vertical do terreno, e uma bússola eletrônica que lhe indica a direção a seguir, mesmo que não esteja em movimento.

## 2a. Principais características do GPS map 76CSx

- Receptor SiRF de alta sensibilidade.
- Antena GPS embutida tipo quad helix e entrada para antena externa.

- Peso: 216g com baterias
- Limite de Temperatura: -15°C a 70°C.
- Sensores: bússola eletrônica e altímetro barométrico.
- Autonomia: 20 horas (76CSx) com 2 pilhas Alcalinas tipo AA.
- 1000 pontos de utilizador com nome e símbolo gráfico.
- 50 rotas reversíveis com 50 pontos cada.
- 10.000 pontos de registro automático de trajeto.
- Alarmes: de chegada, fora de rumo, ponto de proximidade.
- Computador de viagem: odómetro, tempo parado, tempo em andamento, média total, tempo total, máxima velocidade.
- Computador de elevação (GPS map 76CSx): elevação, índice ascendente/descendente, elevação mínima e máxima, total ascendente e descendente, média e máximo índice ascendente e descendente..
- À prova d'água segundo o padrão IEC 60529 IPX7 (submersível a 1m por 30 min.).
- Trilhas: Arquivos de trilhas automáticas Até 20 trilhas podem ser salvas em ambas as direções.
- Computador de Viagem: Velocidade media, velocidade máxima, cronômetro e distância de viagem.
- Taxa de Atualização: 1/segundo, contínua.
- Velocidade: 0.05 m/s em condição estável.
- Precisão DGPS (WAAS):
- Velocidade: 0.05 m/s em condição estável.
- Aceleração Máxima: 4 g.
- Conexão com PC via Cabo USB.
- Precisão:  $\pm 2$  graus com calibração adequada  $\pm 5$  graus nas latitudes sul e norte extremas.

### 3. Mídia de gravação

Cartão SDHC 20 mbp/s Autonomia de 60 à 240 Minutos em alta definição (Figura 18).



Figura 18 - Cartão SDHC 8GB, 16 GB, 32 GB. Transferência de dados 20 mbp/s

A câmera HDC-SD9 full HD grava em cartão SD/SDHC, a gravação é iniciada imediatamente ao disparo de forma manual ou por controle remoto. São características dos cartões SD/SDHC a resistência à poeira, a mudanças de temperatura e impactos, outras características dos cartões SD/SDHC incluem a imunidade a condensação, dropout (queda) e cabeça suja. Operação silenciosa, com tamanho compacto e extremamente leve.

#### 4. Monitor

Monitor usado para visualização das cenas durante a filmagem, acompanhamento das imagens produzidas, permitindo correção de direção e altitude (Figura 19).



Figura 19 - Monitor para visualização das imagens. Acompanhamento da filmagem.

## 5. O suporte da filmadora

Conjunto de grampo e cabeça, para fixação da filmadora na aeronave. Adaptado para fixar filmadora fora da aeronave. Cabeça de um tripé, acoplada a um grampo de fixação (Figura 20).



Figura 20 - Conjunto de grampo e cabeça para fixação da filmadora

## 6. A Aeronave

O avião utilizado para o sobrevôo, foi um Conquest 180 (Figura 21), aeronave experimental, categoria ultraleve avançado, com capacidade para duas pessoas, asa alta, Pertencente à ACA - Aeroclube do Amazonas, de onde partiram os sobrevôos.

Instrumentação da aeronave: Bússola, altímetro, velocímetro, climb, inclinômetro, tacômetro, horímetro, GPS de navegação.



Figura 21 - Avião mono-motor Conquest 180 (Experimental), usado no sobrevôo.

A plataforma para instalação dos equipamentos de videografia deve ser escolhida levando-se em conta o objetivo do trabalho, o sobrevôo para reconhecimento de área pode ser feito em qualquer equipamento, utilizando uma filmadora de mão, porém para trabalhos mais elaborados que requerem uma maior precisão das imagens e com foco vertical faz-se necessário que a plataforma seja mais estável. Outros equipamentos que podem ser utilizados seriam helicópteros, ou mesmo balões.

Uma das características principais da aeronave é que ela possua asa alta para facilitar a instalação dos equipamentos e permitir uma boa visualização dos alvos imageados. Outra aeronave que se enquadra no perfil de aparelhos apropriados para a videografia é o Cessna 206, aeronave de série com capacidade para cinco pessoas (Figura 22).



Figura 22 - Avião mono-motor Cessna 206 (de série), com características apropriadas para videografia.

#### 4.2.2. Os Aplicativos (Softwares)

A escolha dos softwares se deu levando em conta sua funcionalidade no tratamento específico de imagens em alta definição, dando-se preferência para software livre (open source) ou freeware (gratuito). Mas, também foram testados e utilizados alguns softwares proprietário (pago) de baixo custo. Existe uma grande quantidade de aplicativos disponíveis, devendo-se “pesquisar” antes de definir o produto a ser utilizado.

**1. Global Mapper 9.** - O Global Mapper é um software funcional, polivalente e de fácil uso. Por esta razão é recomendado para usuários da área de geotecnologias, como software de processamento digital de imagens (PDI), trabalhos com SIG (Sistema de Informações Geográficas) e utilitário de conversão e manuseio de dados. É capaz de exibir os mais populares formatos de raster, vetores e dados de elevação. Ele converte, edita, imprime, registra trilhas GPS e permite que você use toda a funcionalidade SIG de sua base de dados a um baixo custo e fácil manuseio. No nosso trabalho foi utilizado na elaboração do plano de voo e acompanhamento da rota em tempo real acoplado a um GPS, permite também se fazer o georreferenciamento de um frame (quadro) individual.

**2. HD Writer easy editing ver. 2.5 E.** - O software HD Writer 2.5E, captura do cartão SDHC o vídeo no formato AVCHD, permite que sejam reproduzidos arquivos armazenados, possibilita o envio do material para o computador, dividi, apaga ou combina cenas e a gravação dos arquivos em cartões SD/SDHC ou DVD. O software também possui uma função de conversão AVCHD para MPEG-2 para que sejam criados material em SD e posterior gravação em mídias de DVD ou outra mídia. Usado para edição e captura de frames individuais para georreferenciamento.

**3. VLC - Vídeo Lan ver. 0.9.8a.** É um reprodutor de mídia, codificador e produtor de fluxos multimídia distribuído como software livre que pode ler arquivos, de CDs, DVDs, fluxos de rede e placas de captura. Ele é utilizado para executar o vídeo bruto obtido com a câmera digital, capturar quadros de forma individual e fazer a exportação para formatos de arquivos compatíveis com os outros softwares utilizados. Utilizado como visualizador do filme pronto.

**4. Adobe Premiere Pro CS4 ver. 4.2.1.** É uma ferramenta sofisticada e completa para criação e edição de vídeos digitais não lineares de alta qualidade. Ele é utilizado para realizar a exportação dos vídeos em alta definição para uma seqüência de imagens na mesma resolução do vídeo original. Utilizado na exportação do vídeo original em alta definição na forma de quadros (frames)

**5. DVMP Pro ver. 4.** É um reprodutor de mídia especializado para vídeos em alta resolução com suporte às informações de data e horário além de outras informações técnicas presente nos metadados dos vídeos. Ele é usado para extrair e exportar as informações dos metadados e para geração automática do vídeo em alta resolução com as informações gravadas nos metadados.

**6. IrfanView ver. 4.23.** É um visualizador de imagens compacto e de fácil uso que permite a execução do vídeo capturado e processado pelo VLC –Vídeo Lan, como também a extração dos quadros da imagem e visualização dos mesmos após a geocodificação. É distribuído de forma gratuita. (Freeware). É utilizado na visualização dos quadros (frames) geocodificados.

**7. GPS TrackMaker ver. 13.5.** É um software gratuito que permite a comunicação e a coleta de dados do GPS e a exportação para o formato GPX. Um dos seus pontos importantes é a compatibilidade com inúmeros modelos de GPS de vários fabricantes. O TrackMaker permite a navegação em tempo real podendo ser utilizado para seguir a rota determinada no plano de vôo. A sua versão Pro (profissional, pago) permite a exportação dos

dados do GPS em arquivo shapefile. Foi utilizado na extração da trilha de pontos do GPS.

**8. GPicSync ver. 1.28.** É um software livre que insere automaticamente informações de localização nos metadados de imagens através da comparação de horário dos pontos coletados pelo GPS (exportados em um arquivo GPX) e o horário das imagens. Permite também a inserção de nomes das localizações onde foram coletados os pontos através da consulta de um banco de dados on-line.

**9. Robogeo ver. 5.6.6.** É um software proprietário de baixo custo para a sincronia de imagens e pontos de GPS. Possui várias funcionalidades dentre elas a opção de imprimir as informações de localização direto na imagem que já tenha estas informações em seus metadados.

#### 4.3. Procedimentos Metodológicos

A metodologia deste trabalho foi dividida baseada nos objetivos específicos definidos e constou das seguintes etapas: **(1)** Desenvolvimento do sistema de videografia e estratégia metodológica de mapeamento; **(2)** Aplicação de imagens videográficas digital aérea em estudo de uso do solo e cobertura vegetal; **(3)** Aplicação de imagens videográficas digital aérea em estudo de Silvicultura urbana. Sequencia dos procedimentos metodológicos, no esquema da figura 23.

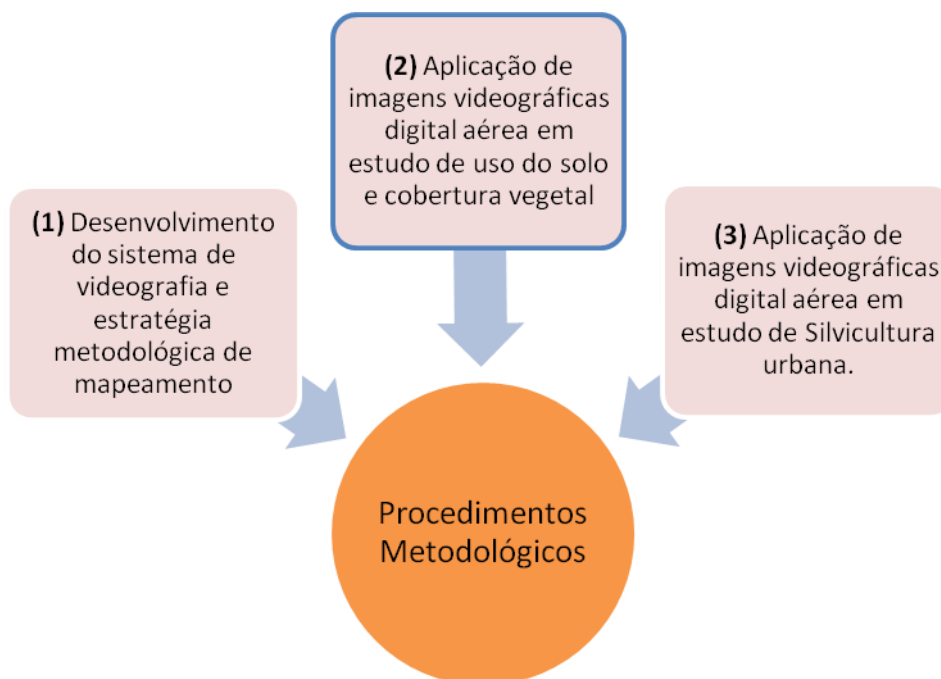


Figura 23 – Procedimentos Metodológicos

#### 4.3.1. Desenvolvimento do sistema de videografia e estratégia metodológica de mapeamento.

O sistema foi pensado levando em conta a literatura existente e chegou-se a uma proposta que se enquadrou dentro das expectativas e condições de trabalho.

O sistema desenvolvido foi denominado de SISVDA - Sistema de videografia digital aérea de alta resolução espacial.

O SISVDA foi desenvolvido considerando as seguintes etapas: **(a)** seleção e análise dos sistemas citados na literatura; **(b)** Definição dos equipamentos e aplicativos para o SISVDA; **(c)** Integração dos componentes e apresentação do modelo final do SISVDA (Figura 24).

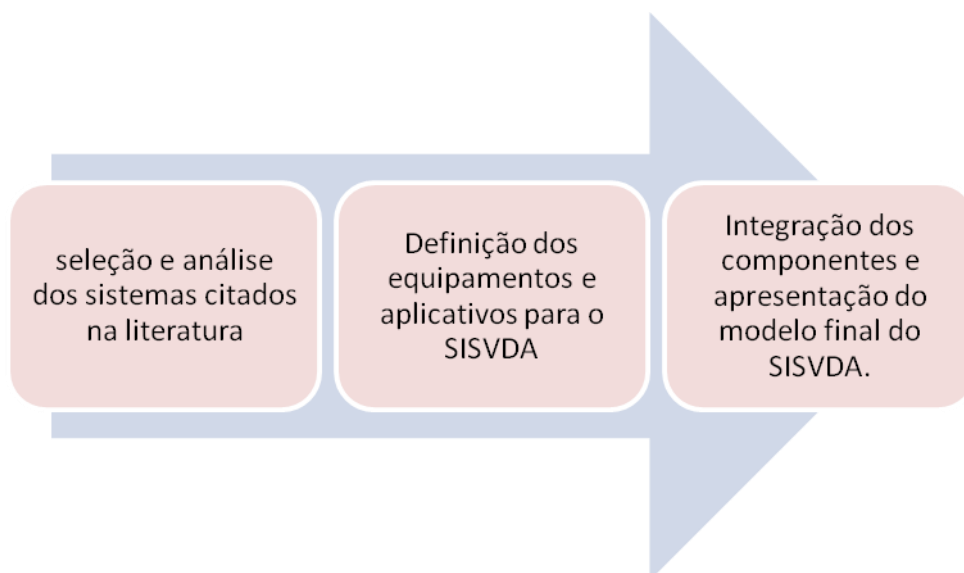


Figura 24 - O Sistema de Videografia Digital

##### **a) Seleção e análise dos sistemas citados na literatura**

Esta fase do trabalho foi desenvolvida com base na literatura disponível sobre o tema, sendo selecionados e analisados os sistemas citados. Com base nesses conhecimentos foram analisados individualmente: Os sistemas com os seus vários componentes considerando a sua atualização tecnológica, a forma como os equipamentos estão integrados, os softwares de processamento utilizados e os produtos gerados.

##### **b) Definição dos equipamentos e aplicativos para o SISVDA**

Esta fase consistiu em pesquisar as tecnologias disponíveis que poderiam fazer parte do sistema de videografia em desenvolvimento com base no nível tecnológico, qualidade e

possibilidades financeiras. Desta maneira, foram definidos os equipamentos e os aplicativos que compõem o SISVDA.

Para a manipulação dos aplicativos foram desenvolvidos tutoriais que facilitam o acompanhamento dos processos de captura e tratamento das imagens. Os tutoriais estão anexos ao trabalho.

### **c) Integração dos componentes e apresentação do modelo final do SISVDA**

Estes componentes definidos foram integrados entre si, gerando-se uma proposta de um sistema de videografia constituído por componentes tecnologicamente modernos que foi denominado de Sistema de Videografia Digital Aérea de Alta Resolução Espacial (SISVDA). Em seguida foi apresentada a estrutura do SISVDA com os seus componentes, softwares utilizados no processamento dos dados, os produtos gerados e tutoriais desenvolvidos.

Para o teste do sistema (SISVDA), foi desenvolvida uma estratégia metodológica de mapeamento com base em revisão de literatura. Os critérios balizadores para a definição desta estratégia foram: a característica tecnológica do SISVDA, a plataforma aérea utilizada; a seleção das áreas e das feições geográficas a ser imageada e o objetivo ou aplicação do mapeamento. Com base nesses critérios a estratégia metodológica foi estruturada e aplicada em áreas alvos no município de Manaus.

#### **4.3.2. Aplicação de imagens de videografia digital aérea em estudo de uso do solo e cobertura vegetal.**

Após todo processo de captura e tratamento dos frames e mosaicos, inserção dos metadados, pôde-se então testar a sua aplicação em análise de uso do solo e cobertura vegetal.

Para tal, foram tomados frames e mosaicos já processados e georreferenciados da área videografada, compreendida por trechos da bacia do Tarumã BR 174 km 20 e área do Campus da UFAM para posterior identificação de classes de uso do solo e cobertura vegetal por meio de interpretação visual com base em uma chave de interpretação, com o objetivo de padronizar e reduzir a subjetividade de análise. Nesta etapa foram utilizados dados complementares, como os dados de campo e os obtidos na missão de sobrevôo (videografia e anotações).

Os elementos básicos de análise de imagens inseridos na chave de interpretação utilizados na classificação visual para identificar feições de interesse foram: cor/tonalidade, textura, forma, padrão e tamanho.

A chave de interpretação desenvolvida e utilizada para a identificação das classes de

feições de interesse de uso do solo e cobertura vegetal encontradas nas cenas videográficas que cobrem o Campus da UFAM e a Bacia do Tarumã BR 174 km 20 foram especificadas, respectivamente, conforme tabelas 1 e 2.

As classes de uso do solo e cobertura vegetal definidas para a área do Campus da UFAM foram as seguintes: Classe 1- vias/arruamento; Classe 2 - floresta secundária; Classe 3- floresta de capoeira; Classe 4 - edificações; Classe 5 - estacionamento; Classe 6 - solo exposto.

Tabela 1 - Chave de interpretação das classes de uso do solo e cobertura vegetal da área do campus da UFAM

| Classe               | Cor/Tonalidade                                     | Textura                                     | Forma                                     | Padrão                                     | Tamanho                                            |
|----------------------|----------------------------------------------------|---------------------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| Vias/<br>Arruamento  | Escuro                                             | Lisa                                        | Em linha                                  | Continua                                   | Diferença na largura                               |
| Floresta secundária  | Verde escuro                                       | Granulação grossa                           | Regular<br>Continua<br>formando um tapete | Vegetação Homogênea<br>Predomina na imagem | Predominante na imagem                             |
| Floresta de capoeira | Verde pouco mais claro que a floresta densa        | Granulação grossa                           | Regular<br>espaça fragmentada             | Fragmentada<br>Dispersa na imagem          | Polígonos espaços no meio da floresta densa        |
| Edificações          | Sem padrão na cor,<br>Reflexo do tipo de cobertura | Lisa<br>homogênea<br>Evidência de cobertura | Retângulos perfeitos                      | Disposição simétrica                       | Polígonos regulares distribuídos na imagem         |
| Estacionamento       | Ton. claro<br>resposta do uso do concreto          | Lisa                                        | Retângulos                                | Definida por polígonos                     | Grandes áreas com vegetação central                |
| Solo exposto         | Ton. claro<br>envolto pela cor verde da floresta   | Lisa                                        | Sem forma definida                        | Fragmentado contínuo                       | Pequenas áreas na imagem<br>Próximo as edificações |

As classes de uso do solo e cobertura vegetal definidas para a área da Bacia do Tarumã BR 174 foram as seguintes: Classe 1- solo exposto; Classe 2- gramado; Classe 3- edificações; Classe 4- área desmatada; Classe 5- plantações; Classe 6- floresta secundária; Classe 7- chácara; Classe 8- estrada asfaltada; Classe 9- estrada de terra.

Tabela 2 - Chave de interpretação classes de uso do solo e cobertura vegetal bacia do Tarumã BR 174 Km 20

| Classe                 | Cor/Tonalidade                                                              | Textura                                        | Forma                                                | Padrão                                            | Tamanho                                             |
|------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| Solo Exposto           | Ton. claro<br>envolto pela cor<br>verde da floresta                         | Lisa                                           | Sem forma<br>definida                                | Fragmentado<br>contínuo                           | Pequenas<br>áreas na<br>imagem                      |
| Gramado                | Verde claro                                                                 | Lisa                                           | Retangular                                           |                                                   |                                                     |
| Edificações            | Sem padrão na<br>cor,<br>Reflexo do tipo<br>de cobertura                    | Lisa<br>homogênea<br>Evidência<br>de cobertura | Retângulos<br>perfeitos                              | Disposição<br>simétrica                           | Polígonos<br>regulares<br>distribuídos<br>na imagem |
| Área<br>desmatada      | Semelhante a<br>resposta de solo<br>exposto, com<br>presença de<br>resíduos | Rugosa,<br>irregular                           | Regular,<br>polígono<br>fechado                      |                                                   |                                                     |
| Plantações             | Pontos verdes<br>regulares<br>concentrados                                  | Rugosa<br>regular                              | Regular<br>polígono<br>fechado                       |                                                   |                                                     |
| Floresta<br>secundária | Verde escuro                                                                | Granulação<br>grossa                           | Regular<br>Continua<br>formando<br>um tapete         | Vegetação<br>Homogênea                            |                                                     |
| Chácara                | Sem padrão na<br>cor                                                        | Rugosa<br>irregular                            | Polígonos<br>retangulares                            | Retângulos<br>dispostos ao<br>longo da<br>estrada |                                                     |
| Estrada<br>asfaltada   | Ton. escuro                                                                 | Lisa                                           | Linha reta<br>cortando a<br>imagem de<br>Sul à Norte | Mais largo<br>que a estrada<br>de terra           | Linha reta<br>na extensão<br>da imagem              |
| Estrada de<br>Terra    | Ton. claro                                                                  | Lisa                                           | Linha reta<br>distribuída<br>na imagem               | Disposição<br>aleatória na<br>imagem              |                                                     |

No passo seguinte, foram selecionadas várias imagens videográficas da área de estudo, já georreferenciadas, que seriam utilizadas no processo de classificação visual. Para tal, com base nesta chave foram vetorizadas todas as classes de feições de interesse, gerando-se planos de informações vetoriais que após a sobreposição entre eles foram produzidas as cartas de uso do solo e cobertura vegetal.

As cartas de uso do solo e cobertura vegetal quando sobrepostas às imagens videográficas possibilitaram a geração de cartas imagens. Em seguida, foi analisado: a maior

ou menor facilidade de identificar as diferentes classes por meio destas cartas e; a distribuição espacial e a quantificação (área em m<sup>2</sup>) das classes.

#### 4.3.3 Aplicação de imagens videográficas digital aérea em estudo de Silvicultura urbana.

Após todo o processo de sobrevôo, captura e tratamento dos frames e mosaicos, inserção dos metadados, foi testado (avaliado) a aplicação e o uso de imagens de videografia digital de alta resolução espacial na identificação de classes de silvicultura urbana.

Para tal, foram tomados frames e mosaicos já processados e georreferenciados da área videografada, compreendida por trechos da área urbana de Manaus para posterior identificação de tipologias de feições da silvicultura urbana por meio de interpretação visual com base em uma chave de interpretação e com o objetivo de padronizar e reduzir a subjetividade da análise dessas.

A chave de interpretação esta representada pelas seguintes classes: Classe 1 – arborização de rua; Classe 2 - floresta secundária; Classe 3 - capoeira; Classe 4 - gramado; Classe 5 - quintal urbano.; Classe 6 - Arborização do canteiro.

A chave de interpretação para identificação de classes de silvicultura urbana está disposta na tabela 3.

Tabela 3 - Chave da Interpretação das Classes de Silvicultura urbana.

| Classe                  | Cor/Tonalidade                                      | Textura                                     | Forma                                     | Padrão                                     | Tamanho                                            |
|-------------------------|-----------------------------------------------------|---------------------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| Arborização de rua      | Verde escuro                                        | Granulação grossa                           | Regular<br>Continua<br>formando um tapete | Vegetação Homogênea<br>Predomina na imagem | Predominante na imagem                             |
| Floresta secundária     | Verde pouco mais claro que a floresta densa         | Granulação grossa                           | Regular<br>espaça fragmentada             | Fragmentada<br>Dispersa na imagem          | Polígonos espaços no meio da floresta densa        |
| Capoeira                | Sem padrão na cor,<br>Reflexo do tipo de cobertura  | Lisa<br>homogênea<br>Evidência de cobertura | Retângulos perfeitos                      | Disposição simétrica                       | Polígonos regulares distribuídos na imagem         |
| Gramado                 | Tonalidade clara envolta pela cor verde da floresta | Lisa                                        | Sem forma definida                        | Fragmentado contínuo                       | Pequenas áreas na imagem<br>Próximo as edificações |
| Arborização do canteiro | Ton. claro envolto pela cor verde da floresta       | Lisa                                        | Sem forma definida                        | Fragmentado contínuo                       | Pequenas áreas na imagem                           |

Com base nesta chave foram vetorizadas todas as classes de feições de interesse, gerando-se planos de informações vetoriais que após a sobreposição entre eles foi produzido o mapa de silvicultura urbana.

A carta de silvicultura urbana quando sobrepostas às imagens videográficas possibilitaram a geração do mapa de silvicultura urbana. Em seguida, foi analisado: a maior ou menor facilidade de identificar as diferentes classes por meio destas cartas e; a distribuição espacial e a quantificação (área em m<sup>2</sup>) das classes.

Algumas variáveis quantitativas da arborização de ruas foram mensuradas no campo e nas imagens videográficas, a fim de avaliar o nível de precisão dos dados estimados por meio das imagens. As variáveis quantitativas utilizadas foram: a) espaçamento entre árvores; b) comprimento de rua; c) largura de rua; d) identificação de espécies; e) largura da calçada; f) largura do canteiro central; g) diâmetro de copa.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste tópico são discutidos os pontos mais relevantes da pesquisa, no qual serão apresentados os resultados obtidos por meio do trabalho de campo.

Quanto à discussão dos conceitos, limitou-se a refletir criticamente a precisão terminológica e conceitual apresentada pelos autores sobre a técnica de Videografia Digital Aérea, tendo em vista as possibilidades múltiplas de aplicação desta técnica.

Quanto aos resultados obtidos, destacam-se, além da descrição detalhada das etapas de desenvolvimento da pesquisa, a elaboração de tutorias que irão facilitar a aplicação do método proposto e a utilização e o tratamento dos dados obtidos a partir da VDA.

### 5.1. O SISVDA - Sistema de Videografia Digital Aérea de alta resolução espacial

Baseado na revisão de literatura e no desenvolvimento do SISVDA, uma nova definição para Videografia Digital Aérea foi elaborada: *“VDA é uma modalidade e/ou técnica de sensoriamento remoto que consiste na aquisição de imagens aéreas em vídeo, sincronizadas com a trilha de pontos de um GPS, o que possibilita com o uso de softwares, a Geocodificação ou Georreferenciamento dos frames (quadro) do vídeo”*.

A aplicação dessa técnica de sensoriamento remoto deve obedecer a critérios de uso específico, não sendo substituta de nenhuma outra técnica existente e sim mais uma possibilidade para obtenção de imagens da terra.

Deve-se considerar a Análise Técnica da Imagem - ATI e o Processamento Digital de Imagem - PDI, como requisitos básicos para a utilização das imagens videográficas, podendo as imagens ser utilizadas após avaliação e tratamento, em trabalhos de cadastro urbano, identificação de uso e cobertura do solo, silvicultura urbana, entre outras aplicações.

#### 5.1.1. Aspectos da construção do SISVDA

Neste tópico são mostrados os aspectos do SISVDA: (1) Objetivos; (2) Escolha da metodologia; (3) Vantagens do sistema; (4) Vantagens comparativas; (5) Confiabilidade do sistema; (6) As limitações do sistema, mostrado na figura 25, e detalhado em seguida.



Figura 25 - Esquema dos aspectos do SISVDA.

### 1) Do objetivo

O objetivo perseguido pelo esforço teórico e analítico orientou-se para o desenvolvimento de uma metodologia (própria) específica para aplicação efetiva, pontual e a um baixo custo da ferramenta de Sensoriamento Remoto, VDA (Videografia Digital Aérea). Buscou-se uma ferramenta confiável para a produção de imagens em alta-resolução que possam ser analisadas, tratadas e disponibilizadas em banco de dados para serem usados por gestores e planejadores público e privados.

### 2) Da escolha da metodologia

O desenvolvimento desta metodologia se justifica considerando que todos os sistemas existentes são experimentais, desenvolvidos pontualmente para uma necessidade específica de cada trabalho. A intenção foi sistematizar um método que possa ser utilizado por qualquer profissional ou empresa que necessite de imagens aéreas para seu trabalho.

Após a análise da literatura específica, foi feita uma avaliação para definir que equipamentos e aplicativos seriam necessários para se montar o SISVDA. Chegou-se a um consenso de que os sistemas utilizados até então poderiam ser incrementados com novas técnicas e que seria necessário identificar as novas tecnologias disponíveis.

Os sistemas já testados possuem em comum a gravação da trilha de um GPS na trilha de áudio do filme, o que possibilita a sincronia dos metadados no procedimento do tratamento das imagens. Para fazer a gravação simultânea dos dados do GPS na trilha do filme é utilizado

um gerador de código. O primeiro desafio foi encontrar uma forma de fazer a sincronia entre os dados da filmadora e os dados do GPS sem utilizar o gerador de código. Chegou-se a conclusão de que era possível utilizar alguns softwares de sincronia. Para solucionar esse problema foram testados os softwares GPicSync, RoboGeo e o Opanda IExif.

### 3) Das vantagens do sistema

Entre as vantagens do emprego desta metodologia está a oportunidade de se ter banco de dados de imagens. Nessa perspectiva, a despeito de se ter, hoje, imagens produzidas por sensores orbitais (satélites) em alta resolução, pode-se ter bancos de imagens produzidos a partir da VDA com nível de resolução igual ou superior as de imagens de satélite, adquiridas, porém, a um menor custo e a qualquer tempo. As imagens produzidas a partir da VDA são uma alternativa para o monitoramento de pequenas áreas, tem múltiplo uso, tornando-se mais uma alternativa para o sensoriamento remoto.

Tem-se com o sistema de videografia a possibilidade de usar vários produtos para análise. Pode-se, por exemplo, extrair informações a partir da visualização do filme, direto do cartão SDHC; extrair os frames e geocodificar para ilustrar um relatório ou identificar uma área pelas coordenadas, ou também georreferenciar um frame para produzir um mapa. Outra vantagem do sistema é a facilidade para visualização das imagens. Pelo fato de usar uma mídia comum, a sua reprodução pode ser feita em diversos equipamentos. O sistema produz imagens em alta definição (1920 x 1080 pixel) usa o formato AVCHD para gravação de vídeo HD 8-bit 4:2:0. Uma das principais características do AVCHD é a eficiência de compressão que é o dobro da aplicada em HDV (MPEG-2), mantendo a mesma qualidade alcançada em HDV. Diferente das fitas Mini-DV, os arquivos AVCHD não necessitam ser digitalizados e podem ser acessados diretamente pelo computador. Na figura 26 é mostrado o esquema de transferências de arquivos AVCHD diretamente para sistemas de informática.

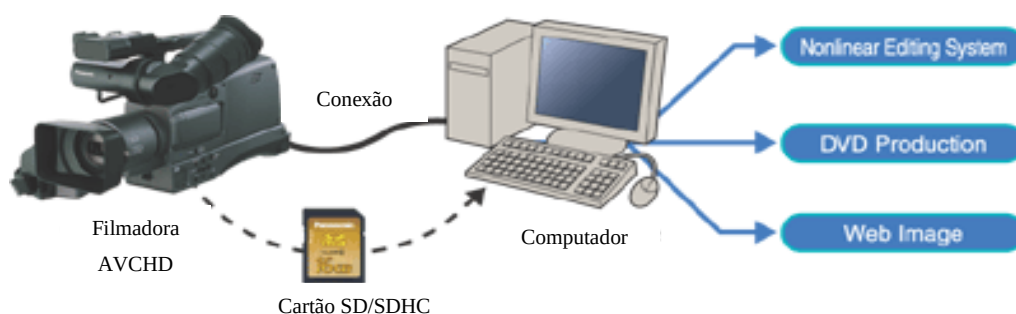


Figura 26 – Esquema de transferência para sistemas de informática.

#### **4) As vantagens comparativas**

Os sistemas existentes para o emprego da videografia digital aérea, possuem algumas limitações com relação à capacidade de armazenamento de dados em mídia e autonomia dos equipamentos. Nesse sentido, um diferencial do SISVDA, está na utilização de mídia de gravação com capacidade para armazenamento de até 4 horas ininterrupta em alta-resolução (Cartão SDHC / 32Gb - classe 8) e equipamento de filmagem em HD (alta definição), com autonomia de bateria correspondente a 4 horas de sobrevôo.

Uma vez que a sincronia entre GPS e filmadora é feita na captura das imagens, a partir de softwares, os equipamentos na aeronave resumem-se a filmadora, GPS de navegação, GPS para gravação da trilha do sobrevôo, monitor para acompanhamento da filmagem e notebook para acompanhamento da trilha do plano de vôo, ressaltando que tais equipamentos funcionam independentes.

#### **5) Da Confiabilidade do sistema e grau de precisão**

A proposta do trabalho foi a produção das imagens em Full HD através do SISVDA, criação de um método para extração dos frames, criação de um método de captura e sincronia dos metadados, sua utilização na forma bruta (o filme) e produção de frame geocodificado ou georreferenciado.

Para o uso das imagens torna-se necessário que seja feita uma análise qualitativa (visual), “Análise Técnica da Imagem” para identificar, os elementos básicos da análise de imagens que segundo Kurkdjian e Foresti (1989) são: forma, tamanho, sombra, tonalidade, padrão, textura, localização e relação de aspectos.

#### **6) Das limitações do método**

O sistema tem suas especificações de uso, portanto sua utilização tem que ser definida levando em conta os produtos que ele pode oferecer. Como nos outros sistemas existentes tem como limitação a área de imageamento porque há uma relação direta entre altitude de vôo, área imageada e resolução da imagem.

Deve ser considerada ainda, a utilização da fotografia aérea quando se necessita de imagens em escala regional. O tratamento é mais simples e o produto final equiparado ao da videografia à exceção do vídeo.

## 5.2. Estratégia metodológica de mapeamento com videografia

A estratégia metodológica de mapeamento do SISVDA foi dividida em cinco fases: Fase I - Planejamento do Sobrevôo (Montagem do sistema); Fase II – Equipamentos; Fase III - Aquisição das Imagens (Gravação do vídeo e trilha do GPS); Fase IV – Captura e processamento das imagens (captura dos frames) e Fase V - Análise técnica das Imagens. A figura 27 representa as fases do SISVDA.



Figura 27 – Fases da estratégia metodológica do Sistema de Videografia Digital Aérea de Alta Resolução Espacial (SISVDA)

O SISVDA é composto por cinco fases, que se encontram descritas a seguir.

### Fase I - Planejamento do Sobrevôo (Montagem do sistema)

A escolha da plataforma aérea para instalação do equipamento de videografia foi decidida de acordo com a área e a finalidade do imageamento. A base para fixação da filmadora na aeronave deriva de uma cabeça para filmadora, construído em fibra de carbono.

Na base da cabeça foi fixado um grampo com formato de morsa, com capacidade para suportar 120 kg. A cabeça é móvel e permite a fixação da filmadora na aeronave de forma a manter na vertical o foco durante todo o sobrevôo. A figura 28 mostra o suporte montado e instalado na aeronave.



Figura 28 - Visão geral do setup. (a) Suporte e filmadora (b) conjunto acoplado na aeronave.

Utilizando uma imagem de satélite da área urbana de Manaus, foi determinada a rota a ser seguida durante o sobrevôo de acordo com a direção, a extensão e a zona a monitorar.

Foram realizados três sobrevôos sobre alvos pré-determinados de acordo com o planejamento de voo utilizando o avião mono-motor Conquest 180, equipado com o sistema de videografia – SISVDA, visto na figura 29.



Figura 29 – Visão da cabine da aeronave, com os equipamentos do sistema instalados.

A rota do sobrevôo sobre a área urbana de Manaus (campos universitário Senador Artur Virgílio filho) e (micro bacia do Tatumã) foi desenvolvida usando o programa, Global Mapper 9.0, onde foi inserida uma imagem da área urbana de Manaus, Mosaico do satélite ikonos de 2001. Foi traçado uma possível trilha para o sobrevôo e imageamento, após feito o traçado na imagem foi conectado ao notebook o GPS map Garmin 60CSx, como apresenta em seqüência as figuras 30, 31, 32 e 33.

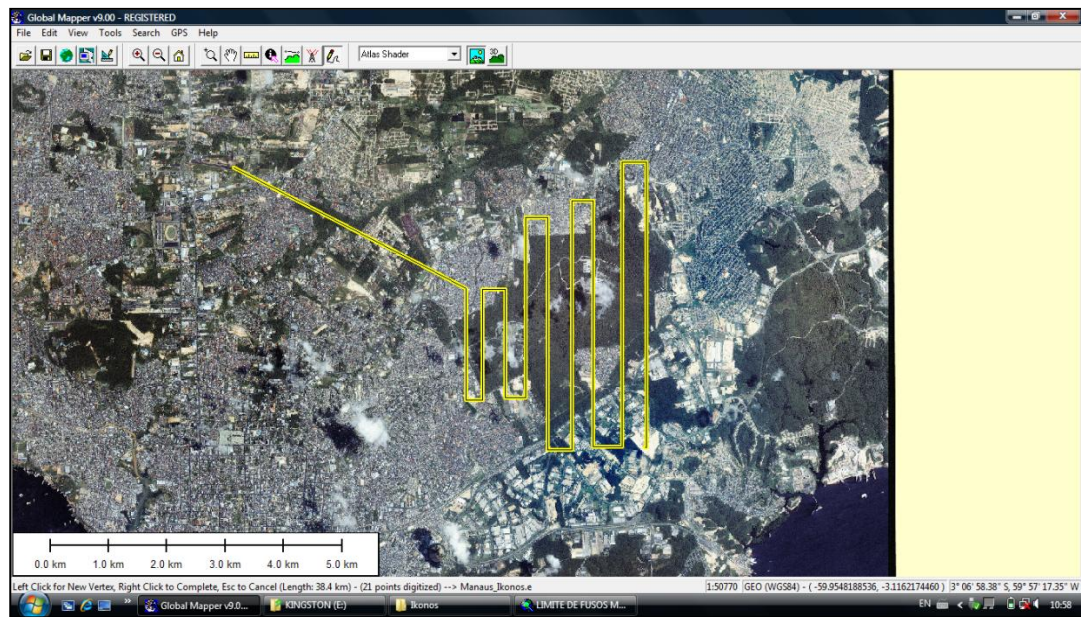


Figura 30 - Rota de sobrevôo sobre o Campus universitário UFAM. Tela indicando a rota a ser percorrida pelo avião sobre o campus universitário

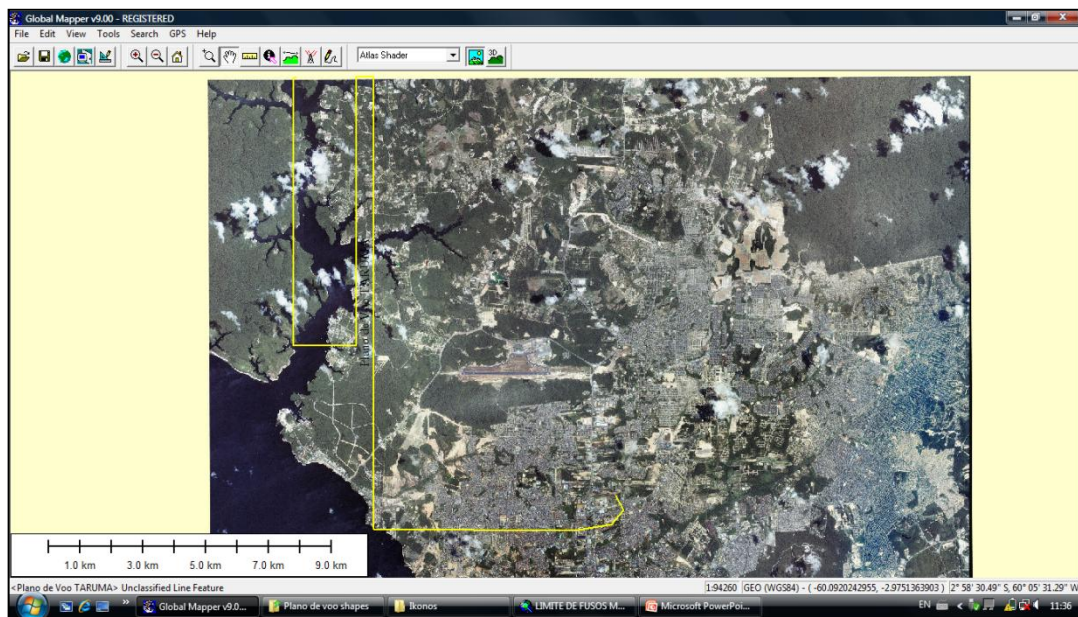


Figura 31 - Rota de sobrevôo sobre o Tarumã. Tela indicando a rota a ser percorrida pelo avião sobre a bacia do Tarumã.

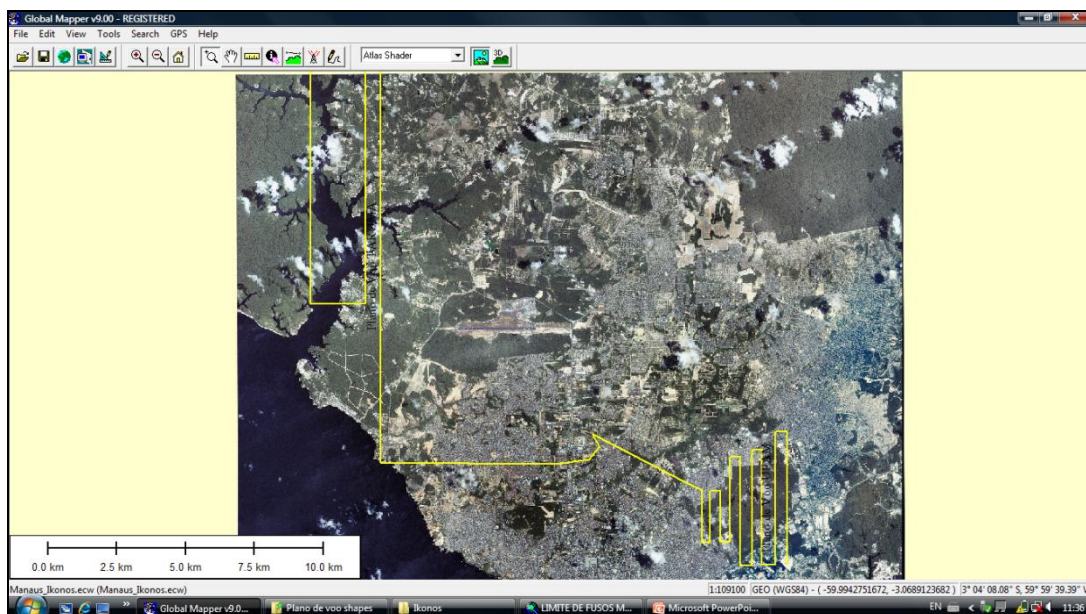


Figura 32 - Rota do Sobrevôo. Tela indicando o trajeto que o avião fará sobre as áreas a serem imageadas.

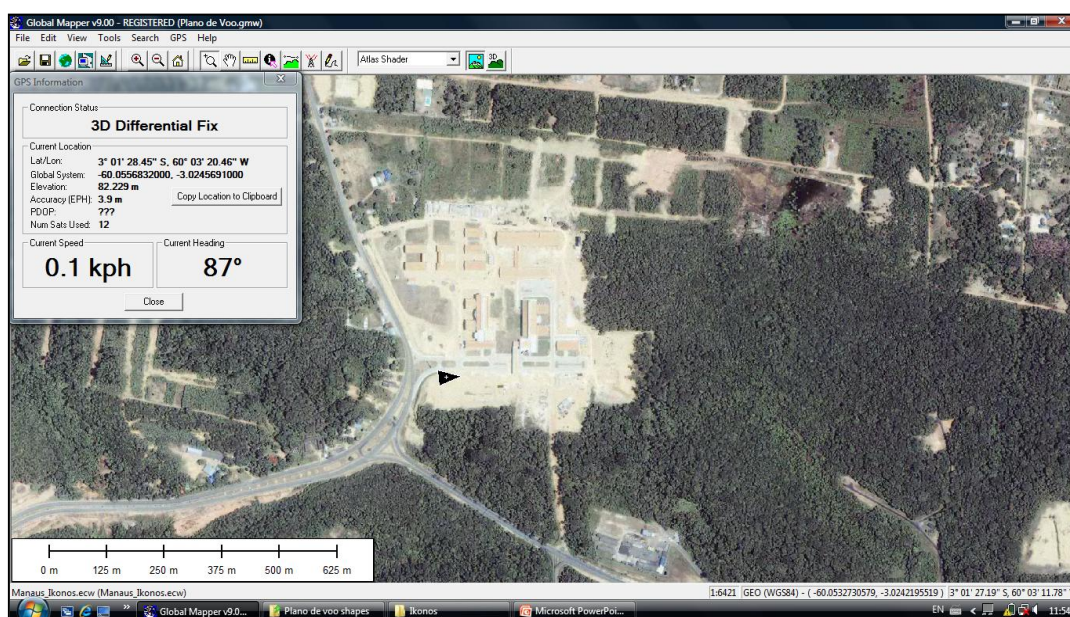


Figura 33 - Tela do computador com GPS conectado indicando a posição do avião (seta preta), dados de coordenadas, altitude e direção. Navegação em tempo real.

Para confirmar o percurso feito pelo avião durante o sobrevôo, a trilha de pontos foi salva no programa Trackmaker na extensão .kml e aberta no programa Google Earth, dessa forma tem-se uma prévia da eficiência do sobrevôo. A figura 34 mostra a trilha percorrida .

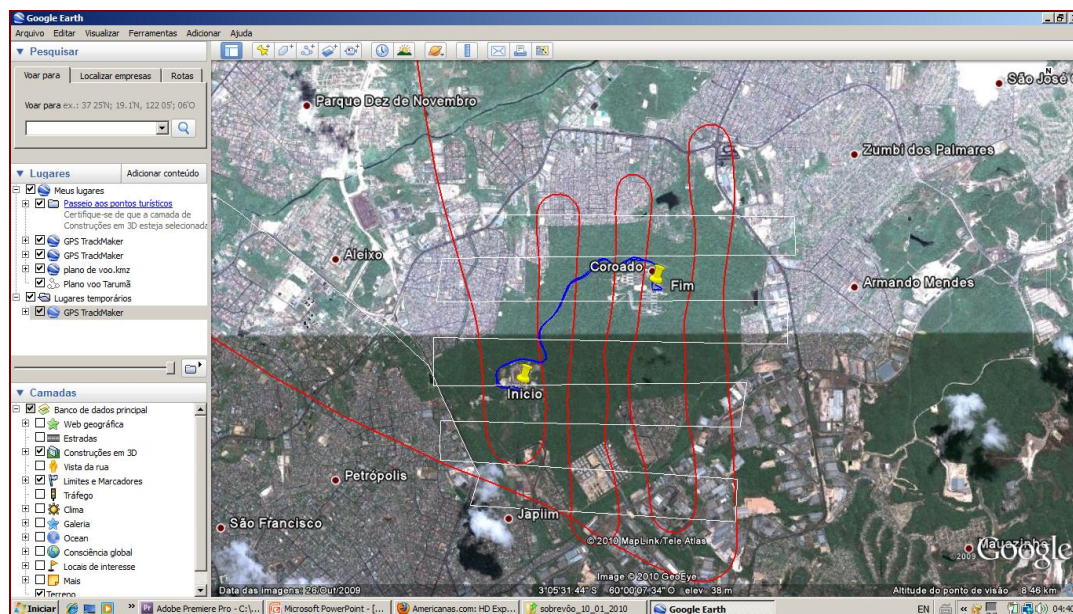


Figura 34 - Tela do computador indicando a trilha percorrida pelo avião durante o sobrevôo, sobre o Campus UFAM.

### I. a) Características da plataforma

Na escolha da plataforma, devem-se observar as características do aparelho e a disponibilidade de aeronaves que se adéquem ao objetivo do sobrevôo e que possuam atributos que possibilitem a instalação dos equipamentos para a aquisição da imagem e registro do trajeto (trilha de pontos) pelo GPS.

Uma característica imprescindível é que a aeronave possua asa alta ou que possua uma modificação no fundo (uma abertura) para a instalação da câmera de vídeo.

A habilidade do piloto aliado à facilidade de manobra da aeronave também é importante para a escolha do aparelho.

### I. b) Restrições da área e altitude de sobrevôo

Um ponto a ser analisado no planejamento do vôo, é o local e a altitude, para o sobrevôo. Em área urbana que conta com aeroporto comercial, tem-se que tomar cuidado quanto a rota de aviões comerciais, tanto na área de cabeceira de pista como na rota de saída desses aviões na decolagem e pouso. Outra área de manobra com restrição de sobrevôo, é o entorno de bases militares que possuam aeroporto ou heliporto, nessas áreas é proibido o sobrevôo num raio de 5 km no entorno.

A altitude do sobrevôo é ponto a ser analisado no planejamento do sobrevôo. A legislação que regulamenta o sobrevôo em área urbana, veda o sobrevôo abaixo dos 1000 pés, 304,8 metros de altitude.

### I.c) Notificação de Vôo

Para se realizar um vôo local no espaço de 40 milhas no entorno da cidade de Manaus, é necessário que seja efetuado uma “Notificação de Vôo” via telefone, fax ou presencial. A comunicação deve indicar o setor da área que se ira voar, bem como a altitude pretendida e o tempo de vôo. A comunicação deve ser feita ao Departamento de controle do espaço aéreo – DECEA, representado pelo controle de tráfego aéreo Manaus. O Serviço de informação de vôo recebe a notificação e envia para o Controle do Espaço Aéreo.

O Departamento de controle do espaço aéreo – DECEA/Manaus, órgão do Ministério da Aeronáutica funciona no Aeroporto internacional Eduardo Gomes.

O Aeroclube de Manaus, de onde partiram os sobrevôos para a pesquisa é subordinado a ANAC - Agência Nacional de Aviação Civil

### I.d) Procedimentos durante sobrevôo

O sobrevôo para a pesquisa foi feito a 2000 pés aproximadamente 600 metros de altitude, nos dias 08, 10 e 14 de janeiro de 2010.

Há uma relação direta entre altitude de sobrevôo, largura da faixa imageada e resolução da imagem. Quanto maior a altitude, maior a faixa imageada e menor a resolução (Figura 35).

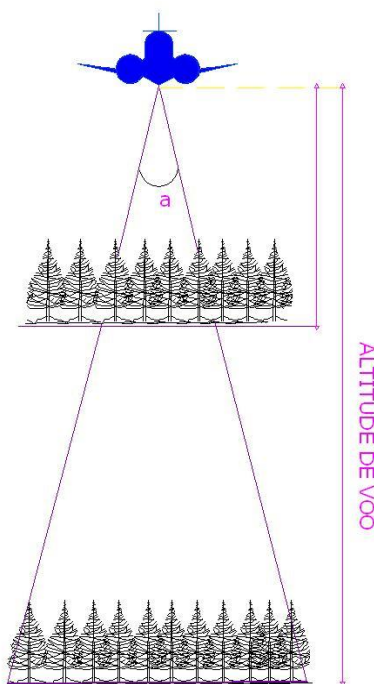
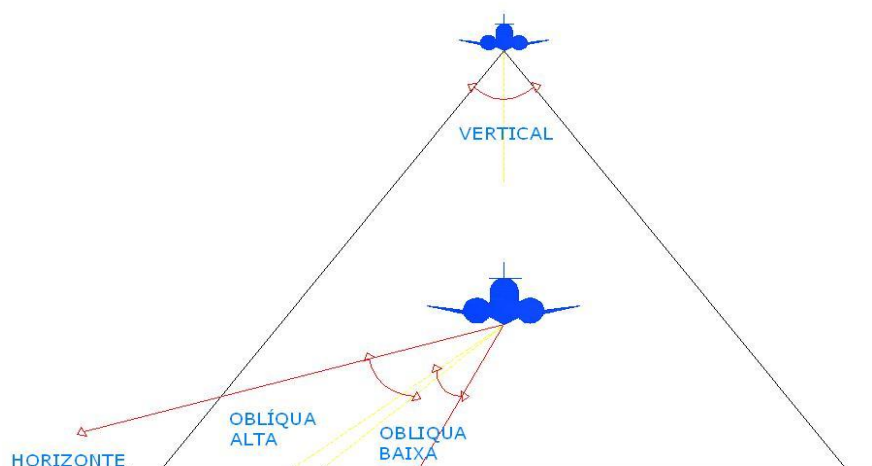


Figura 35 - Esquema de tomada de imagem com relação à altitude de vôo.

Na videografia pode-se usar mais de uma filmadora acoplada ao avião o que permite uma variação no ângulo de filmagem. Dependendo da aplicação das imagens o sensor pode estar na posição vertical ou oblíqua (baixa ou alta) em relação a linha do horizonte, como mostra o esquema da (Figura 36), sendo que para o georreferenciamento de frames (quadros), é necessário que a tomada de imagens seja feita na posição vertical.



### TOMADA: POSIÇÃO DA CÂMERA DE VÍDEO

Figura 36 - Esquema da tomada de imagem com relação à posição do foco da câmera de vídeo.

#### Fase II – Equipamentos.

Esta fase compreendeu a escolha dos equipamentos que compõem o sistema, a escolha se deu baseado nas tecnologias disponíveis, qualidade técnica e a possibilidade financeira. Desta maneira, foram definidos os equipamentos e os aplicativos componentes do SISVDA.

- 1) Filmadora digital Panasonic HDC-SD9 full HD
- 2) Cartão de Memória SDHC de 8 GB e 16GB
- 3) Monitor Tec Toy DVT 7" T6000
- 4) Suporte para filmadora em fibra de carbono
- 5) GPS Garmin 76 CSX e GPS Garmin 60 CSx
- 6) Notebook 2 GHz core 2 Duo Tela 15.4
- 7) Aeronave: Avião monomotor Conquest 180, plataforma para os equipamentos de videografia.

### Fase III - Aquisição das Imagens (Gravação do vídeo e trilha do GPS)

Os equipamentos foram instalados no avião, e o monitoramento feito por um operador que monitora a câmera e os outros equipamentos. A visualização da filmagem em tempo real foi possível com a conexão de um monitor de vídeo à filmadora. A sincronia entre GPS, altímetro e filmadora, é automática pelo registro da hora dos equipamentos. As imagens foram gravadas em cartões SDHD de 8 Gb que possuem uma autonomia de filmagem para 128 minutos em alta definição (full HD). O esquema de aquisição das imagens está demonstrado em sequência na figura 37.



Figura 37 - Esquema da sequência de aquisição das imagens.

Outra possibilidade de gravação do vídeo é através da porta *fire ware* da filmadora direto para o HD do computador, nesse caso a autonomia de filmagem dependerá da bateria dos equipamentos, que poderão contar com a carga de um acumulador de energia caso se necessite ampliar a autonomia de filmagem.

Para minimizar os erros nas imagens induzidos pela turbulência que são inevitáveis, a plataforma aérea deve possuir sensores de altitude e nivelamento para o registro e correção dos movimentos provocados pelas correntes de vento. A hora do sobrevôo também é importante sendo o início da manhã e o final da tarde as melhores horas do dia para o sobrevôo, nesse período as correntes de vento são mais fracas possibilitando uma maior estabilidade do aparelho.

Os instrumentos usados no monitoramento do voo instalados na aeronave são: Bússola, altímetro, velocímetro, climb, inclinômetro, tacômetro, horímetro, GPS de navegação.

#### Fase IV – Captura e processamento das imagens (captura dos frames).

As imagens da videografia foram extraídas do cartão SDHD direto pela filmadora usando o programa HD Writer, e salvas em uma pasta no computador. A captura dos frames pôde ser feita individualmente, usando o programa HD Writer como descrito no tutorial (1), ou em sequência (Captura automática) usando para esse fim os procedimentos descritos nos tutoriais (2, 3, e 4) detalhados em anexo. O esquema de captura dos frames é mostrado na figura 38.



Figura 38 - Esquema de captura dos frames.

Para melhor entendimento do processo de extração das imagens e sincronia com a trilha de pontos do GPS foram produzidos cinco tutoriais explicativos em anexo, que mostram passo a passo os procedimentos para a captura, exportação, correção, tratamento e geocodificação dos frames (quadro, fotograma), como mostra o esquema da Figura 39.

Seqüência dos tutoriais explicativos do processamento dos dados.

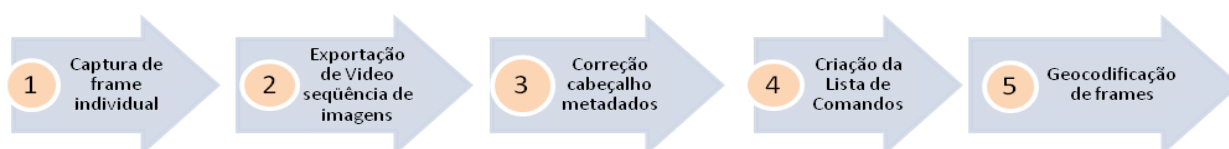


Figura 39 – Esquema do processamento dos dados.

**1) Captura de frame individual – Georreferenciamento:** este tutorial tem por objetivo demonstrar os passos necessários para captura de frames únicos das tomadas de vídeo aérea, importadas pelo programa HDWriter da Panasonic.

**2) Exportação de Vídeo Full HD como seqüência de imagens:** este tutorial tem por objetivo demonstrar todos os passos necessários para exportar um vídeo Full HD gravado no formato AVCHD em uma seqüência de imagens estáticas (quadro, fotograma, frame) para serem utilizadas em um processo de Georreferenciamento.

**3) Tutorial para correção do cabeçalho de metadados das imagens:** este tutorial tem por objetivo aplicar correção no cabeçalho das imagens exportadas pelo Adobe Premiere CS4, esse processo é necessário para inserção dos metadados de tempo provenientes da gravação do vídeo.

**4) Criação da Lista de Comandos:** passos para criação do Shell Script (lista de comandos) para inserção automática dos metadados de tempo nos frames (quadros), com base nos metadados da gravação do filme.

**5) Geocodificação de frames/quadros/fotograma:** este tutorial tem por finalidade descrever os passos necessários para realizar a geocodificação de frames digitais. Inserção dos metadados do GPS (Global Position System), e frames digitais, estampando na imagem.

A geocodificação dos frames é possível a partir da aquisição das imagens por uma filmadora, combinando com o registro da posição geográfica utilizando um GPS, os equipamentos devem estar registrando o mesmo horário quando da aquisição das imagens e do ponto de GPS, a sincronia se dá pela leitura a partir de um software da hora exata dos registros, o registro da imagem e do ponto de GPS devem ter em comum o mesmo horário, Datum e formato de coordenada, para que seja feita a sincronia.

Os dados do GPS foram extraídos e salvos em uma pasta no computador, para essa tarefa usou-se o software GPS TrackMaker pro13.5. Após esta etapa teve-se a possibilidade de salvar o arquivo em diversas extensões, ex: gpx (para uso nos programas de sincronia), kml (para uso no Google Earth), e shp (como arquivo vetorial).

A Inserção dos dados do GPS nos frames foi feita com a ajuda do software GpicSync que fez a sincronia entre o registro de horário dos frames e o registro de hora do GPS, combinando hora do ponto coletado no GPS com a hora do frame na filmagem. Dessa forma teve-se um frame geocodificado, com informação de data, hora, coordenada geográfica, altitude, e nº. do frame. A inserção dos metadados sincronizados estampados no rodapé do frame foi feito pelo programa RoboGEO 5.6.6.

## **Fase V - Análise técnica das Imagens**

Consistiu em analisar as imagens de forma qualitativa buscando possíveis anomalias que inviabilizem o seu aproveitamento na identificação de alvos ou mapeamento de uma área.

A partir do vídeo produzido pela videografia digital aérea, pôde-se ter três produtos para análise: O filme, os frames individuais georreferenciados e o mosaico de cenas. Com o mosaico e frames individuais, foram feitas análises técnica da imagem buscando identificar as cenas com vegetação para quantificação, identificação e outras avaliações possíveis.

O Georreferenciamento do mosaico foi feito usando uma imagem georreferenciada e base cartográfica da cidade (arquivo vetorial). O produto final são imagens georreferenciadas usadas no mapeamento de uso do solo, cobertura vegetal e silvicultura urbana. Desta maneira, vários frames e mosaicos videográficos gerados foram georreferenciados e tratados para este fim.

O filme pode ser transformado para formatos de visualização diversas, AVCHD (formato original da filmadora), JPEG, BMP, TIFF, DVD, etc..., que possibilita a sua visualização em vários tipos de equipamentos, conforme o esquema da figura 40.

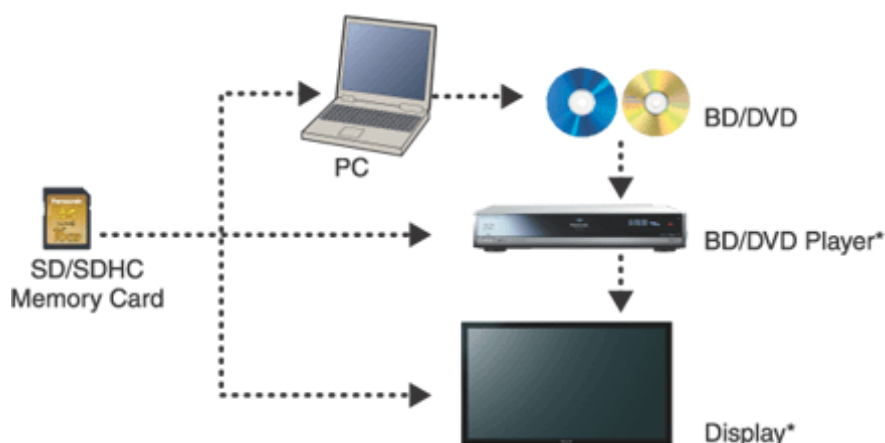


Figura 40 - Esquema de visualização do filme.

### 5.2.1. Aplicação da estratégia metodológica (os sobrevôos).

No planejamento para o sobrevôo, foi escolhido o mês de janeiro para o teste do SISVDA, propositadamente por se tratar de um dos meses do inverno amazônico, onde o nível de pluviosidade e o recobrimento de nuvens é mais acentuado, justamente para comprovar a eficácia do método na área de estudo em meses que possuem condições atmosféricas consideradas impróprias para a realização de imageamento por satélite na faixa do visível do espectro eletromagnético.

Foram três sobrevôos; nos dias 8, 10 e 14 de janeiro de 2010.

No dia oito foi planejado o sobrevôo para iniciar às 08 horas com duração de uma hora.

Houve problemas na instalação dos equipamentos na aeronave o que tomou tempo, tendo sido iniciado o sobrevôo às 10 horas. Nesse horário as correntes de ar estão mais fortes o que causa muita turbulência e dificulta o imageamento (a câmera treme), devido a este fenômeno o sobrevôo foi abortado após 20 minutos no ar, no entanto, apesar do pouco tempo de sobrevôo esta primeira experiência foi muito importante porque houve a oportunidade de afinar (ajustar) a configuração dos equipamentos.

Outro sobrevôo foi marcado para o final da tarde do mesmo dia, mas não houve possibilidade por causa de chuva no período.

Foi marcado então para o dia dez, um sábado. Pretendia-se aproveitar as primeiras horas da manhã que já sabia-se era menos turbulento, novamente a chuva adiou para o final da tarde do mesmo dia. O sobrevôo ocorreu com o céu sem nuvens, e rendeu mais 30 minutos de coleta, além de mais experiência no manuseio dos equipamentos. Um detalhe, o final da tarde como havia observado o Comandante é o melhor horário para se fazer o sobrevôo, em condições normais, sem nuvens ou chuva, nesse horário é quase imperceptível as correntes de vento, o que facilita a filmagem e a produção de imagens melhores. Outro ponto a destacar dessa experiência no final da tarde é a luminosidade, sem muita interferência nas imagens.

No dia 14, foi feito mais um sobrevôo com duração de uma hora e meia, para testar a autonomia dos equipamentos. O sobrevôo se deu pela manhã e foram feitas algumas alterações no suporte da filmadora a fim de minimizar o efeito da trepidação pela turbulência.

Baseado em todos os experimentos realizados, chegou-se a conclusão que os melhores horários do dia para fazer o sobrevôo são entre 07 e 09 horas da manhã e entre 16 e 17:30 horas da tarde, quando as correntes de vento são mais fracas.

Um cuidado que se tem que tomar é quanto à área que se vai sobrevoar, por esse motivo a observância das orientações do serviço de controle do espaço aéreo é imprescindível para a segurança do sobrevôo, sendo possível se ter que abortar o sobrevôo pela falta de condição de tráfego, como exemplos pode-se citar o congestionamento na área pretendida para o sobrevôo, a altitude pretendida incompatível para aquela área naquele horário ou a área com restrição de sobrevôo.

### **5.2.2 O armazenamento do vídeo**

Durante o trabalho de captura dos frames, observou-se que uma grande quantidade de informações é gerada. Um vídeo de 30 minutos gravado em alta definição consome aproximadamente 324 Gb de espaço de disco para ser armazenado quando extraído os frames. Cada frame capturado de forma automática, perde a compressão quando é exportado no

formato TIFF ou TIF, depois que recebe os metadados cada frame fica com aproximadamente 6 Mb de tamanho. Se filmadora captura o vídeo a 30 f/s (frame por segundo), logo:

$$30 \text{ f} \times 60 \text{ seg.} = 1.800 \text{ f}$$

$$1.800 \text{ f} \times 30 \text{ Min.} = 54.000 \text{ f}$$

$$54.000 \text{ f} \times 6 \text{ Mb} = 324.000 \text{ Mb}$$

$$324.000 \text{ Mb} = 324 \text{ Gb}$$

Constatou-se que em 30 minutos de filmagem, depois de processados os frames, resulta em um arquivo de 324 Gb.

Durante a captura dos frames de forma automática utilizando o programa Adobe Premiere CS4, constatou-se que a mídia de armazenamento, cartão SDHC de 16 Gb, está formatado no sistema de arquivos FAT-32, o que permite gravar arquivos de cenas contínuas de no máximo 4 Gb, e como se grava em HD (higt definition) fácil se chega a esse limite de memória. Quando os 4 Gb de memória é ultrapassado, a filmadora permanece gravando de forma contínua em um novo arquivo, e ao final da gravação tem-se um arquivo único, porém, o mesmo é dividido em arquivos de 4 Gb.

No tratamento do filme deve-se estar atento, pois o programa trabalha um arquivo de cada vez, logo, há a necessidade de se dividir no programa de captura o arquivo do filme quando ele apresentar mais de 4 Gb de tamanho. Caso esse procedimento não seja observado, o programa de captura dos frames interromperá o processo quando atingir o limite do sistema.

A dificuldade encontrada em processar o filme para extrair os frames e sincronizá-los com os pontos da trilha do GPS está no fato de que quando se extrai os frames, estes vêm sem os metadados que são basicamente data e hora da filmagem, tornando-se necessário fazer todo um processo de extração e tratamento dos metadados e posterior inserção dos mesmos no cabeçalho de cada frame, respeitando a ordem de aquisição.

Quando o frame é exportado um número é gerado. Sabendo-se que a velocidade de aquisição é 30 f/s (frame por segundo) é lógico afirmar que os primeiros 30 frames correspondem ao primeiro segundo de filmagem, então, basta seguir a seqüência dos frames combinando com o horário de aquisição.

### **5.2.3 O Tratamento das imagens (frames)**

O tratamento das imagens consiste em inserir os metadados do filme e da trilha de pontos de GPS, identificar os pontos de controle e fazer o georreferenciamento da imagem.

A figura 41 representa um frame bruto, capturado do filme, pronto para ser tratado com a inserção dos metadados do filme e da trilha de pontos do GPS. Nota-se que mesmo

tratando-se de um produto bruto é possível visualizar a potencialidade de identificação das diferentes classes de uso do solo e cobertura vegetal.



Figura 41 – Frame de área videografada em estado bruto.

Após todo o processo de tratamento das imagens: captura, extração dos frames, sincronização dos metadados filme/GPS, inserção dos metadados no cabeçalho das imagens e estampagem destes metadados nos frames. Vários produtos são gerados e dependendo da necessidade de utilização, pode-se de acordo com uso, obter um produto diferenciado. Um exemplo de um frame geocodificado, pode ser observado na figura 42.



Figura 42 - Frame geocodificado.

A etapa seguinte foi a de georreferenciamento do frame, que consiste em tornar suas coordenadas conhecidas num dado sistema de referência. Este processo inicia-se com a obtenção das coordenadas de pontos da imagem ou do mapa a serem georreferenciados, conhecidos como pontos de controle. A figura 43 representa um frame georreferenciado utilizando o programa global mapper 9.

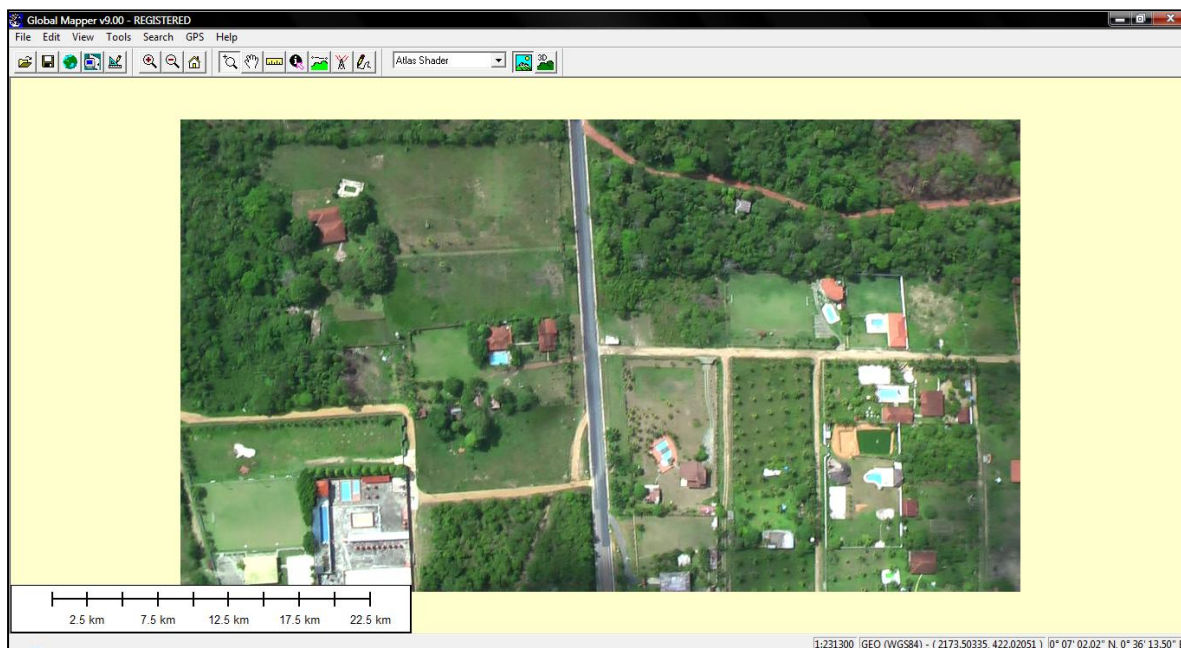


Figura 43 - Frame georreferenciado.

### 5.3. Estudo de uso do solo e cobertura vegetal auxiliado por imagens de videografia digital aérea.

Baseado nas definições de Turner e Meyer (1994) *apud* Alves (2001), pode-se definir o uso do solo como o emprego da terra pelo homem, sendo que cada uso corresponde uma cobertura e uma cobertura pode permitir vários usos. A cobertura da terra ou cobertura vegetal é definida por esses mesmos autores como o estado físico da superfície da terra, normalmente de interesse das ciências naturais. A cobertura vegetal de uma área pode sofrer conversão, ou seja, mudança de classe e/ou modificação, ou seja, mudança de estado.

A identificação e a definição das classes de uso do solo e cobertura vegetal das áreas de estudo foram realizadas por meio de análise das imagens processadas e pela verdade de campo, para que os atributos pudessem ser gerados e os mapas produzidos. Para a produção dos mapas foi necessário o georreferenciamento dos frames.

### 5.3.1. Estudo de uso do solo e cobertura vegetal do Campus da UFAM/Setor Sul.

Para o estudo de uso do solo e cobertura vegetal da área do Campus universitário utilizou-se um frame da área do mini-campus/Setor Sul, figura 44.

O Campus da UFAM é considerado uma das maiores áreas verdes urbanas do país, nela sendo encontradas muitas espécies da flora e da fauna, inclusive espécies endêmicas, como é o caso do Sauim-de-Manaus (*Saguinus bicolor*).



Figura 44 – Frame da área do campus UFAM/ Setor Sul.

Como pode ser observado na figura 44, nota-se que o frame apresenta um grande nível de detalhamento e por meio de interpretação visual foi possível, com facilidade, a identificação das diferentes classes definidas na análise. Portanto, o frame videográfico, mostrou-se adequado para a classificação visual da área de estudo.

As classes de uso do solo e cobertura vegetal definidas foram: Classe 1) Pista de atletismo; Classe 2) gramado; Classe 3) estacionamento; Classe 4) floresta secundária; Classe 5) solo exposto; Classe 6) edificações. Na figura 45 estão identificadas as sete classes de uso do solo e cobertura vegetal.

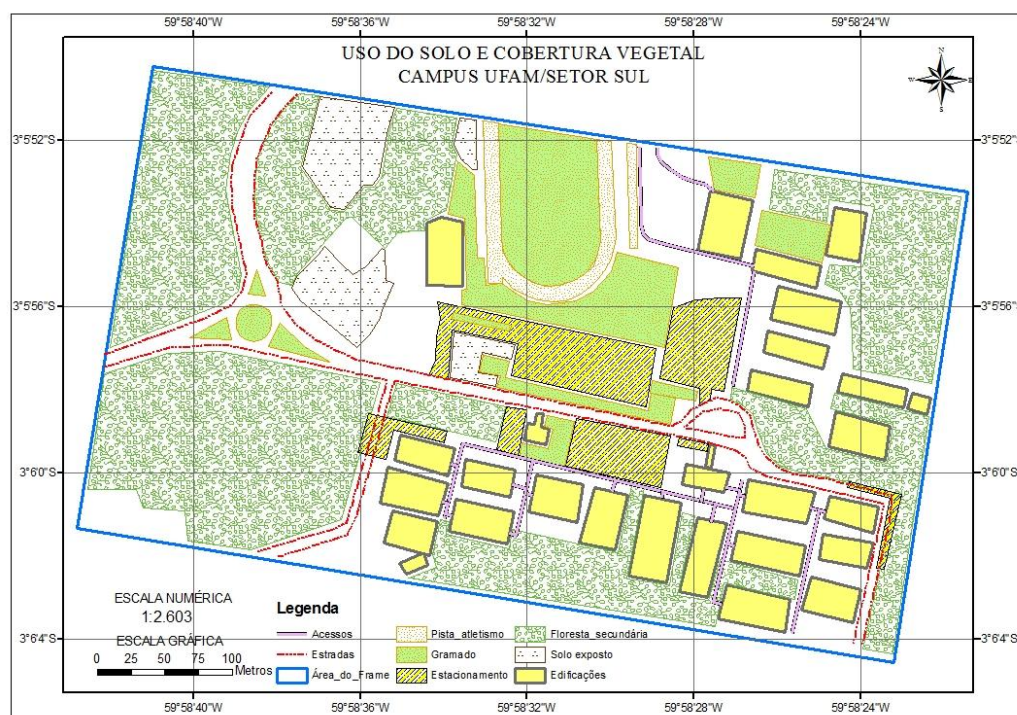


Figura 45 – Mapa das classes de uso do solo e cobertura vegetal do campus UFAM/ Setor Sul.

Na tabela 4 estão quantificadas em metros quadrados as referidas classes formadas por polígonos. Na área de estudo há uma predominância de floresta secundária, representando 36,62% da área total. Isto ocorre em virtude desta área ser um fragmento de floresta dentro do perímetro urbano do município de Manaus.

Tabela 4 – Detalhes da carta de uso do solo e cobertura vegetal do Campus da UFAM – setor Sul

| DETALHES DO USO E COBERTURA DO SOLO<br>Campus UFAM – Setor Sul |                        |       |
|----------------------------------------------------------------|------------------------|-------|
| Classe                                                         | Área (m <sup>2</sup> ) | %     |
| Pista atletismo                                                | 3803,85                | 1,78  |
| Gramado                                                        | 20248,08               | 9,49  |
| Estacionamento                                                 | 13860,46               | 6,50  |
| Floresta secundária                                            | 78121,90               | 36,62 |
| Solo Exposto                                                   | 8539,26                | 4,00  |
| Edificações                                                    | 25722,43               | 12,06 |
| Área não classificada                                          | 63035,69               | 29,55 |
| Área total do frame                                            | 213317,72              | 100   |

As seis classes definidas na imagem do Campus da UFAM/Setor Sul foram estruturadas na tabela 5, às quais receberam os atributos de cor/ton., textura, forma, padrão e tamanho, de acordo com suas características visualizadas na imagem.

Tabela 5 - Classes de uso do solo e cobertura vegetal do Campus da UFAM – setor Sul

| Classes                | Cor/Ton                                                  | Textura                                        | Forma                                        | Padrão                                           | Tamanho                                                    |
|------------------------|----------------------------------------------------------|------------------------------------------------|----------------------------------------------|--------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
| 1. Pista de atletismo  | Ton. claro                                               | Lisa                                           | oval                                         | circular                                         | Diferença na largura                                       |
| 2. Gramado             | Verde claro                                              | Lisa                                           | Retangular                                   |                                                  |                                                            |
| 3. Estacionamento      | Ton. claro<br>resposta do uso<br>do concreto             | Lisa                                           | Retângulos                                   | Área com<br>vegetação<br>central                 | Variado                                                    |
| 4. Floresta secundária | Verde escuro                                             | Granulação<br>grossa                           | Regular<br>Continua<br>formando um<br>tapete | Vegetação<br>Homogênea<br>Predomina na<br>imagem | Predominante<br>na imagem                                  |
| 5. Solo exposto        | Ton. claro<br>envolto pela cor<br>verde da floresta      | Lisa                                           | Sem forma<br>definida                        | Fragmentado                                      | Pequenas áreas<br>na imagem,<br>próximas as<br>edificações |
| 6. Edificações         | Sem padrão na<br>cor,<br>Reflexo do tipo<br>de cobertura | Lisa<br>homogênea<br>Evidência de<br>cobertura | Retângulos<br>perfeitos                      | Disposição<br>simétrica                          | Polígonos<br>regulares<br>distribuídos na<br>imagem        |

A área total do frame do Campus da UFAM/Setor sul possui 213317,72 m<sup>2</sup>, deste total 1,78% corresponde a pista de atletismo, 9,49% é área de gramado, 6,50% é o estacionamento do Campus, 4% foi identificado como solo exposto, as edificações correspondem a 12,06%, sendo as maiores porcentagens em área do frame identificadas em área não classificada que correspondeu a 29,55% e a maior delas correspondente a floresta secundária com 36, 62%, equivalendo a 78121,90 m<sup>2</sup> da área do Campus da UFAM/Setor sul.

### 5.3.2 Estudo de uso do solo e cobertura vegetal do km 20 BR 174, bacia do Tarumã

Para o estudo de uso do solo e cobertura vegetal do km 20 BR 174, bacia do Tarumã utilizou-se um frame da área, apresentado na figura 46.

A área é ocupada por chácaras com pequenas plantações sendo utilizado para lazer em fins de semana. O frame ocupa uma área total de 163631,45m<sup>2</sup>



Figura 46 – Frame da área da bacia do Tarumã BR 174 km 20.

As classes de uso do solo e cobertura vegetal da área da bacia do Tarumã BR-174 km 20 definidas foram: 1) Solo exposto; 2) Gramado; 3) Edificações; 4) Área desmatada; 5) Plantações; 6) Floresta secundária; 7) Chácara; 8) Estrada asfaltada; 9) Estrada de terra.

Conforme figura 46, nota-se que o frame apresenta um grande nível de detalhamento e por meio de interpretação visual foi possível, com facilidade, a identificação das diferentes classes definidas na análise. Portanto, o frame videográfico, mostrou-se adequado para a classificação visual da área de estudo.

Na figura 47 estão identificadas as nove classes de uso e cobertura do solo identificados na imagem videográfica e dispostos no mapa do km 20 BR 174 bacia do Tarumã.

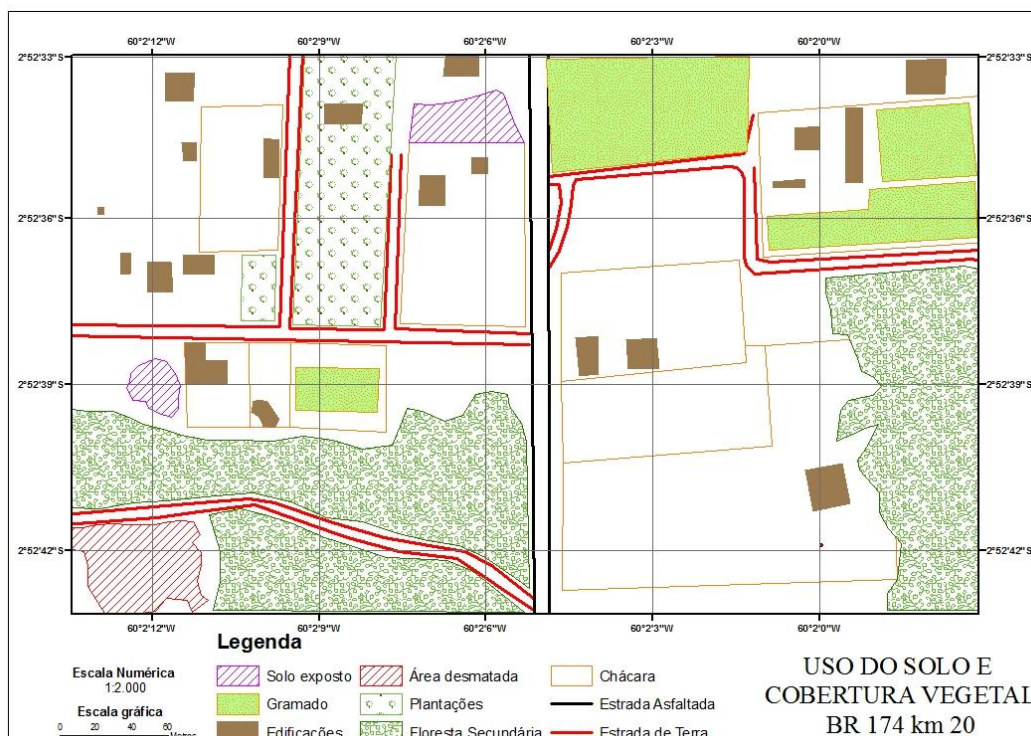


Figura 47 – Mapa das classes de uso e cobertura do solo do km 20 BR 174 bacia do Tarumã.

Na tabela 6 estão quantificadas em metros quadrados as referidas classes formadas por polígonos. Na área de estudo há uma predominância de chácaras, representando 33,54% da área total do frame. Isto ocorre em virtude desta área ser utilizada para lazer das famílias em final de semana.

Tabela 6 – Detalhes do uso do solo e cobertura vegetal frame do km 20 BR 174 bacia do Tarumã

| DETALHES DO USO E COBERTURA DO SOLO |                        |       |
|-------------------------------------|------------------------|-------|
| Km 20 BR 174 bacia do Tarumã        |                        |       |
| Classe                              | Área (m <sup>2</sup> ) | %     |
| Solo Exposto                        | 2034,85                | 1,24  |
| Gramado                             | 12508,39               | 7,64  |
| Edificações                         | 4713,15                | 2,88  |
| Área desmatada                      | 3061,51                | 1,87  |
| Plantações                          | 8161,99                | 5,00  |
| Floresta secundária                 | 32473,17               | 19,84 |
| Chácara                             | 54883,19               | 33,54 |
| Área não classificada               | 45795,2                | 28,00 |
| Área do frame                       | 163631,45              | 100   |

As sete classes definidas na imagem da km 20 da BR 174 bacia do Tarumã estão organizadas na tabela 7, às quais receberam os atributos de cor/ton., textura, forma, padrão e tamanho, de acordo com suas características visualizadas na imagem da figura 46.

Tabela 7 – Classes de uso do solo e cobertura vegetal da Bacia do Tarumã BR 174 Km20.

| Classe                 | Cor/Tonalidade                                                  | Textura                               | Forma                                       | Padrão                                   | Tamanho                                    |
|------------------------|-----------------------------------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------------|
| 1. Solo Exposto        | Ton. claro envolto pela cor verde da floresta                   | Lisa                                  | Sem forma definida                          | Fragmentado contínuo                     | Pequenas áreas na imagem                   |
| 2. Gramado             | Verde claro                                                     | Lisa                                  | Retangular                                  |                                          |                                            |
| 3. Edificações         | Sem padrão na cor, Reflexo do tipo de cobertura                 | Lisa homogênea Evidência de cobertura | Retângulos perfeitos                        | Disposição simétrica                     | Polígonos regulares distribuídos na imagem |
| 4. Área desmatada      | Semelhante a resposta de solo exposto, com presença de resíduos | Rugosa, irregular                     | Regular, polígono fechado                   |                                          |                                            |
| 5. Plantações          | Pontos verdes regulares concentrados                            | Rugosa regular                        | Regular polígono fechado                    |                                          |                                            |
| 6. Floresta secundária | Verde escuro                                                    | Granulação grossa                     | Regular Continua formando um tapete         | Vegetação Homogênea                      |                                            |
| 7. Chácara             | Sem padrão na cor                                               | Rugosa irregular                      | Polígonos retangulares                      | Retângulos dispostos ao longo da estrada |                                            |
| 8. Estrada asfaltada   | Ton. escuro                                                     | Lisa                                  | Linha reta cortando a imagem de Sul a Norte | Mais largo que a estrada de terra        | Linha reta na extensão da imagem           |
| 9. Estrada de Terra    | Ton. claro                                                      | Lisa                                  | Linha reta distribuída na imagem            | Disposição aleatória na imagem           |                                            |

A área total do frame do km 20 BR 174, bacia do Tarumã possui 163631,45 m<sup>2</sup>, deste total 1,24% corresponde a solo exposto, 1,87% é área desmatada, 2,88% área com edificações, 5% foi identificado com plantações, os gramados correspondem a 7,64%, floresta secundária corresponde a 19,84%, sendo as maiores porcentagens em área do frame identificadas em área não classificada que correspondeu a 28,00% e a maior delas correspondente a área de chácaras com 33,54%, equivalendo a 54883,19 m<sup>2</sup> da área do frame do km 20 BR 174, bacia do Tarumã.

#### 5.4. Estudo de silvicultura urbana auxiliado por videografia digital aérea

Por meio da silvicultura urbana é possível desenvolver o estudo de espécies florestais em ambiente urbano, isto é, a gestão e a conservação das árvores de arruamento, de jardins, de solos abandonados, de parques urbanos e matas na área urbana.

Para a realização do estudo da silvicultura urbana por meio de videografia digital aérea foi utilizado um frame da área urbana de Manaus/Ponta Negra, no qual foram identificadas e definidas seis classes de vegetação. Na figura 48 é possível visualizar a imagem da área.

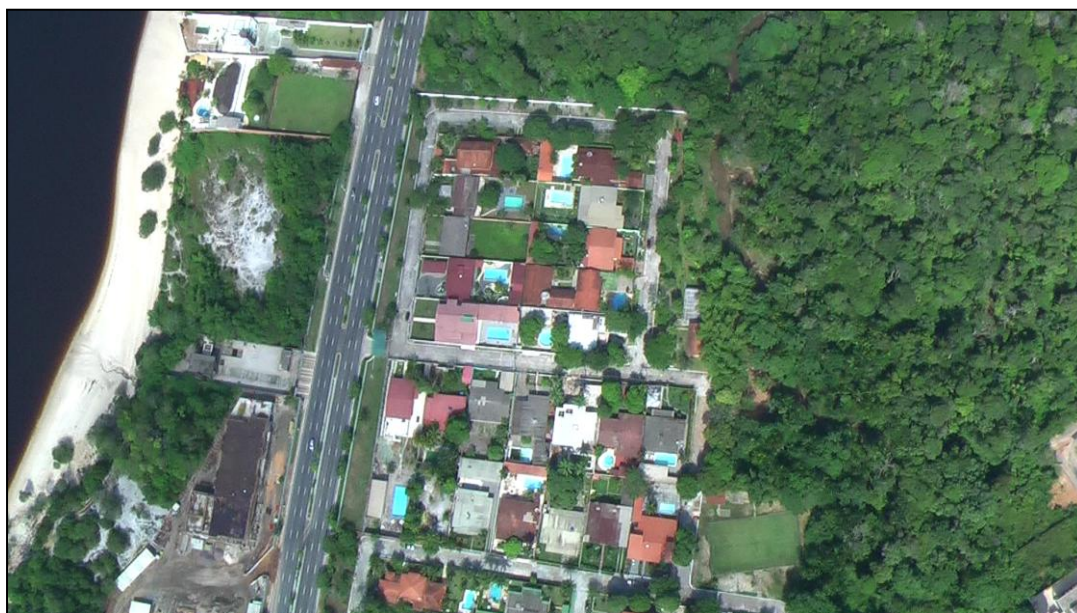


Figura 48 – Frame área urbana de Manaus/Ponta Negra.

No estudo da silvicultura urbana, foram definidas seis classes de vegetação de acordo com as categorias de alvos, como segue: 1) Arborização de ruas; 2) Floresta secundária; 3) Capoeira; 4) Gramado; 5) Quintais urbanos; 6) Arborização do canteiro.

Conforme figura 48, nota-se que o frame apresenta um grande nível de detalhamento e por meio de interpretação visual foi possível, com facilidade, a identificação das diferentes classes definidas na análise. Portanto, o frame videográfico, mostrou-se adequado para a classificação visual da área de estudo.

O nível de detalhamento do frame permitiu a identificação das classes de silvicultura urbana, conforme a figura 49.

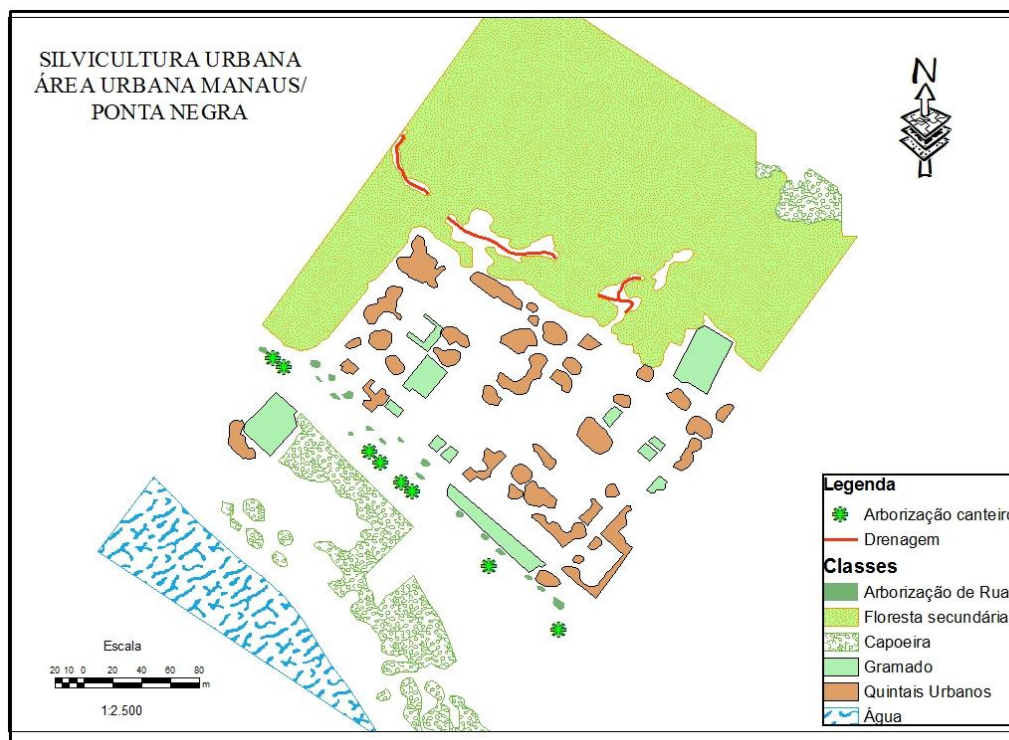


Figura 49 – Mapa das classes de Silvicultura urbana, área urbana de Manaus/Ponta Negra.

Na tabela 8 são apresentados em metro quadrado e porcentagem, quanto essas classes ocupam na área de estudo.

A arborização de ruas está concentrada na Estrada da Ponta Negra, no canteiro central da via e nas calçadas de ambos os lados.

Tabela 8 – Detalhes da carta de silvicultura urbana.

| DETALHES DA CARTA DE SILVICULTURA URBANA |                        |       |
|------------------------------------------|------------------------|-------|
| Área urbana de Manaus – Ponta Negra      |                        |       |
| Classe                                   | Área (m <sup>2</sup> ) | %     |
| Arborização de rua                       | 798,82                 | 0,51  |
| Floresta secundária                      | 55110,40               | 35,80 |
| Capoeira                                 | 13183,00               | 8,56  |
| Gramado                                  | 6945,80                | 4,51  |
| Quintal urbano                           | 14798,67               | 9,61  |
| Canteiro                                 | 786,27                 | 0,51  |
| Área não classificada                    | 62348,49               | 40,50 |
| Área do frame                            | 153971,45              | 100   |

As seis classes definidas para identificar a silvicultura urbana na imagem da área urbana de Manaus/Ponta Negra estão organizadas na tabela 9, às quais receberam os atributos de cor/tonalidade, textura, forma, padrão e tamanho, de acordo com suas características visualizadas na imagem da figura 48. A tabela 9 servirá como chave de identificação das classes da silvicultura urbana, buscando facilitar este processo.

Tabela 9 – Classes de silvicultura urbana.

| Classe                     | Cor/Tonalidade                                | Textura           | Forma                                  | Padrão                         | Tamanho                                     |
|----------------------------|-----------------------------------------------|-------------------|----------------------------------------|--------------------------------|---------------------------------------------|
| 1. Arborização de rua      | Ton. claro envolto pela cor verde da floresta | Lisa              | Sem forma definida                     | Fragmentado contínuo           | Pequenas áreas na imagem                    |
| 2. Floresta secundária     | Verde escuro                                  | Granulação grossa | Regular<br>Continua formando um tapete | Vegetação Homogênea            |                                             |
| 3. Floresta de capoeira    | Verde pouco mais claro que a floresta densa   | Granulação grossa | Regular<br>espaça fragmentada          | Fragmentada Dispersa na imagem | Polígonos espaços no meio da floresta densa |
| 4. Gramado                 |                                               |                   |                                        |                                |                                             |
| 5. Quintais Urbanos        | Verde claro                                   | Lisa              | Retangular                             |                                |                                             |
| 6. Arborização do canteiro |                                               |                   |                                        |                                |                                             |

A área total do frame da área urbana de Manaus – Ponta Negra, utilizado para a identificação das classes de silvicultura urbana possui 153971,45m<sup>2</sup>, deste total 0,51% corresponde a arborização de ruas, 0,51% é a área do canteiro central, 4,51% área do gramado, 8,56% foi identificado como área de capoeira, os quintais urbanos correspondem a 9,61%, floresta secundária corresponde a 35,80% sendo a maior porcentagem em área do frame identificada em área não classificada que correspondeu a 40,50%, equivalendo a 62348,49 m<sup>2</sup> da área do frame.

Para a avaliação das variáveis quantitativas alguns atributos da imagem foram identificados e dispostos na tabela 10.

Tabela 10 - Detalhes de mapeamento - Carta de silvicultura urbana

| DETALHES DO MAPEAMENTO<br>FRAME SILVICULTURA URBANA |                        |
|-----------------------------------------------------|------------------------|
| Escala de detalhamento                              | 1:1.000                |
| Tamanho do pixel                                    | 45x45 cm               |
| Área de cobertura do frame                          | 146.672 m <sup>2</sup> |
| Altitude de sobrevôo (aquisição de imagem)          | 2.000 pés              |
| Sistema de coordenadas                              | Lat. Long.             |
| Datum de georreferenciamento                        | WGS 1984               |
| Escala do mapa                                      | 1:2.500                |

As variáveis quantitativas do mapa de silvicultura urbana foram mensuradas no campo e na imagem videográfica, a fim de avaliar o nível de precisão dos dados estimados por meio das imagens. As variáveis quantitativas utilizadas foram: a) espaçamento entre árvores; b)

comprimento de rua; c) largura de rua; d) identificação de espécies; e) largura da calçada; f) largura do canteiro central; g) diâmetro de copa. Encontram-se detalhados os valores mensurados destas variáveis na tabela 11.

Tabela 11 - Variáveis quantitativas - Arborização de ruas

|    | VARIAVEIS QUANTITATIVAS<br>ARBORIZAÇÃO DE RUAS | VISUAL<br>IMAGEM | CAMPO         |
|----|------------------------------------------------|------------------|---------------|
| a) | Espaçamento entre árvores                      | 10,00m           | 10,00m, 8,00m |
|    | Canteiro central                               |                  |               |
| c) | Comprimento da rua                             | 88,00m           | 85,00m        |
|    | Canteiro central                               |                  |               |
| d) | Largura da rua (cada pista)                    | 9m               | 10,00m        |
|    | Largura da rua (meio-fio a meio-fio)           | 20m              | 20,00m        |
| e) | Identificação de espécies                      | Indefinida       | Oiti, Manga   |
| f) | Largura da calçada                             | 3,00m            | 1,00m         |
| g) | Largura do canteiro central                    | 1,80m            | 1,00m         |
| h) | Diâmetro da copa                               | 2,80m            | 2,50m         |

Na figura 50 estão ilustradas as comparações entre as variáveis visualizadas em campo por fotografia e pelas imagens obtidas por meio da videografia aérea com o objetivo que possam ser visualizados os detalhes das mesmas. Por meio da interpretação visual das imagens tem-se a possibilidade de identificar as diferentes variáveis, tais como a largura do canteiro central, o espaçamento entre árvores, o comprimento e a largura das ruas, comprovando a viabilidade do uso da técnica de videografia digital aérea no estudo da arborização urbana.

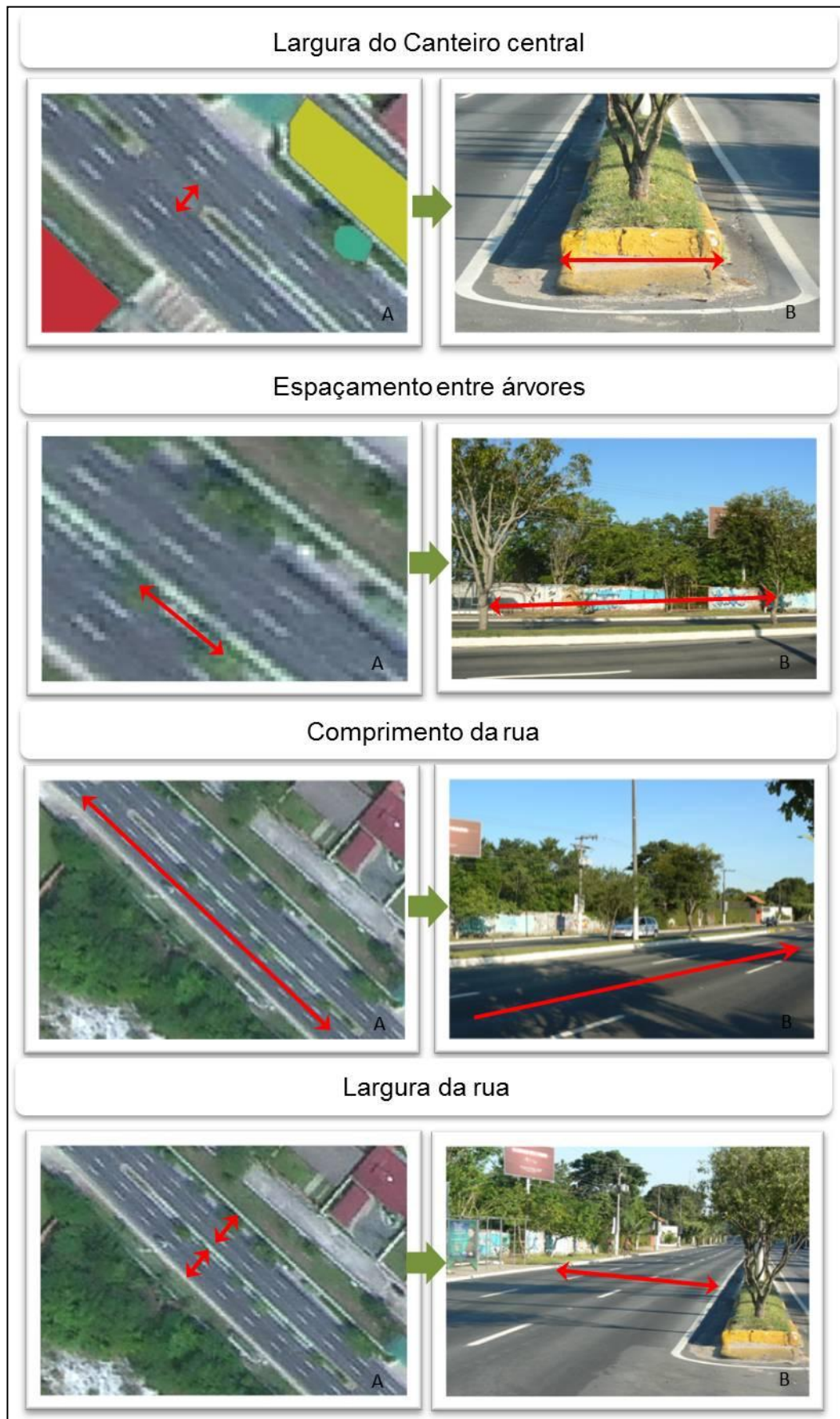


Figura 50 a) imagens videografia b) fotografias em campo.

## 6. CONCLUSÃO

O sistema de videografia digital, SISVDA, mostrou-se eficiente na geração de imagens videográficas para estudos de uso do solo, cobertura vegetal e silvicultura urbana tendo alcançado o objetivo de produzir imagens de alta resolução a um baixo custo, de forma programada e sem a interferência do recobrimento de nuvens.

A estratégia metodológica de mapeamento desenvolvida mostrou-se adequada na geração das imagens videográficas. O planejamento do sobrevôo proporcionou a aquisição de imagens da área de estudo que possibilitou o tratamento e a análise dos frames. A combinação dos softwares utilizados se mostrou eficaz para a captura tratamento e produção dos mapas sendo possível manter a resolução original da aquisição sem perda de qualidade das imagens.

Os produtos produzidos a partir das imagens videográficas foram na sequência, o filme, os frames, os frames geocodificados, os frames georreferenciados e a partir destes pudemos produzir os mapas de uso e cobertura do solo e o mapa de silvicultura urbana.

Comprovou a eficiência do uso de imagens obtidas por videografia digital aérea, quando utilizadas na identificação e quantificação dos diferentes tipos de cobertura do solo em superfície urbana, sendo, portanto, útil em estudos de uso e cobertura do solo.

Para a identificação de classes de uso e cobertura do solo a videografia possibilitou a produção de cartas na escala de 1:2.500 com a identificação de até nove classes.

Na análise da silvicultura urbana por meio das imagens videográficas foi possível identificar diversas classes de cobertura vegetal bem como fazer a medição de alvos da arborização de ruas, quando comparados a verdade terrestre e os alvos apresentaram diferenças significativas nas medições, inviabilizando a videografia para a medição de alvos. Quanto a quantificação e identificação das classes a videografia se mostrou eficiente ao ponto de subsidiar a vetorização de uma carta de silvicultura da área de estudo.

A pesquisa possibilitou a elaboração de cinco tutorias do processo de captura e tratamento dos frames utilizados no trabalho de videografia digital. Esses tutoriais possibilitam o acompanhamento da sequência de tratamento das imagens, começando pela captura da imagem da mídia de gravação, a captura dos frames, a extração dos metadados das imagens, a extração dos metadados da trilha dos pontos do GPS, a sincronia dos metadados do filme com os metadados do GPS e a geocodificação dos frames com a inserção dos metadados no rodapé dos frames.

As condições urbanas de cobertura da vegetação podem ser avaliadas por meio de videografia multiespectral aliada ao geoprocessamento como ferramenta viável neste estudo.

A ampliação da resolução temporal aliada a técnicas de classificação supervisionada permite o reconhecimento de espécies vegetais e a quantificação de suas áreas de cobertura, possibilitando a melhoria da eficiência no manejo da arborização urbana por meio de uma rápida estimativa de diversidade. A videografia permite identificar na imagem os diversos tipos de cobertura vegetal.

A utilização de imagens obtidas por videografia digital aérea proporcionam a avaliação imediata para tomada de decisões, tornando-se vantajosa quando comparada aos outros métodos de aquisição de imagens, além de possibilitar a elaboração de mapas temáticos das áreas de estudo.

A videografia digital aérea mostrou-se uma ferramenta de sensoriamento remoto cujo principal objetivo é a obtenção de imagens para a descrição da terra em um lugar e data pontuais. Entre suas vantagens está a produção de imagens a um baixo custo, o processamento rápido, a produção de documentos úteis a diversas análises de uso e ocupação da terra. Como pontos negativos da ferramenta está a pouca precisão geométrica dos seus produtos e o fato de sua tecnologia poder ser substituída por ferramentas mais confiáveis como por exemplo a aerofotogrametria.

Os resultados apresentados não são conclusivos, sendo que existem observações e limitações nesta técnica. Contudo, apresentou-se uma contribuição para desenvolvimento da ferramenta videografia digital aérea para o estudo de uso e cobertura vegetal e silvicultura urbana da cidade de Manaus, buscando subsidiar o manejo dos ecossistemas urbanos.

## REFERÊNCIAS

- AFFONSO, A. G. **Caracterização de fisionomias vegetais na Amazônia oriental através de videografia aerotransportada e imagens Landsat7**. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto), São José dos Campos: INPE, 2003.
- ANDERSON, G.L.; YANG, C. **Determining within-field management zones for grain sorghum using aerial videography**. In: International Symposium on Remote Sensing of Environment, 26., **Proceedings**. Vancouver: ASPRS, 1996.
- BARNES, E.M.; MORAN, M.S.; PINTER Jr., P.J.; CLARKE, T.R. **Multispectral Remote Sensing and Site-Specific Agriculture: Examples of Current Technology and Future Possibilities**. In: 3rd Proceedings of International Conference. Minneapolis, Minnesota. 23-26 June, 1996. **Anais**. 1996.
- BIBLIOTECA Digital de Videografia: <http://www.dpi.inpe.br/geoma/videografia>.
- CASTELLARI, S. P; MAURANO, L.E; ESCADA, M.I.S. Biblioteca Digital de Videografia Aérea da Amazônia na Web. **Anais XIII S B S R**. Florianópolis, Brasil: INPE, 2007.
- CONGALTON, R. G.; GREEN, K. **Assessing the accuracy of remotely sensed data: principles and practices**. New York: Lewis Publishers, 1999.
- DAINESE, R. C. **Sensoriamento Remoto e geoprocessamento aplicado ao estudo temporal do uso da terra e na comparação entre classificação não supervisionada e análise visual**. Botucatu, SP. 211 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Energia na Agricultura) FCA/UNESP, 2001.
- DRAKE, S. Visual Interpretation of Vegetation Classes from Airborne Videography: An Evaluation of Observer Proficiency with Minimal Training. **Photogrammetric Engineering and Remote Sensing**. v.62, n.8, 1996.
- ELACHI, C. **Introduction to the Physics and Techniques of Remote Sensing**. New York, Wiley, 1987.
- EMBRAPA MONITORAMENTO POR SATÉLITE. **Sistemas Orbitais de Monitoramento e Gestão Territorial**. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2009. Disponível em: <<http://www.sat.cnpm.embrapa.br>>. Acesso em: 21 jun. 2010.
- ESPIRITO-SANTO, SHIMABUKURO. **Validação do mapeamento de uma área de floresta tropical Com o uso de imagens de videografia aérea e dados de Levantamento de campo**. v.29. n.2. Viçosa: R. Árvore, 2005.
- EVERITT, J.H. *et al.*; Assessment of grassland phytomass with airborne video imagery, **Remote Sensing Environ.**; Vol/Issue: 20:3, dec. 1986.
- EVERITT, J.H.; ESCOBAR, D.E. Using video imaging technology for remote sensing of natural resources. In: Simposio Latinoamericano de Percepcion Remota – Latioamérica evaluada desde el espacio. **Memórias**. Puerto Vallarta: FELPER, 1996.
- EVERITT, J.H.; ESCOBAR, D.E.; DAVIS, M.R. Mid infrared video: a possible tool for thermal analysis of wildfires. **Geocarto international**. V. 4, 1989.

EVERITT, J.H.; ESCOBAR, D.E.; JUDD, F.W. Evaluation of airborne video imagery for distinguishing Black Magrove (*Avicennia germinans*) on the lower Texas gulf coast. **Journal of Coastal Research**. v.7, 1991.

EVERITT, J.H.; LULLA, K.; ESCOBAR, D.E.; RICHARDSON, A.J. Aeroespace video imaging system for rangeland management. **Photogrammetric Engineering and Remote Sensing**. v. 56, n. 3, 1990.

EVERITT, J.H.; NIXON, P.R. Video imagery: a new remote sensing tool for range management. **Journal of Range Management**. v. 39, 1985.

FIGUEIREDO, Divino. **Conceitos Básicos de Sensoriamento Remoto**. Companhia Nacional de Abastecimento - CONAB. Brasília - DF, 2005.

FRANZONI, A.M.B. **Avaliação do Meio Físico para fins de Planejamento Geoambiental no Traçado de São Paulo**. 2. ed. São Paulo: Edgar Blucher LTDA, 1993. 308 p.

GALISSON, L. 2000. **Aquisição e Processamento das Imagens de Videografia Digital Aerotransportada**. Apostila de Curso. GERCO/IEPA, 43 p.

GAUSMAN, H.W.; ESCOBAR, D.E.; BOWEN, R.L. A vídeo system to demonstrate interactions of near infrared radiation with plant leaves. **Remote Sensing of Environment**. v. 13, 1983.

GEOMA/MCT. **Sobrevôo para coleta de dados na Amazônia**. Rede Temática de Pesquisa em Modelagem Ambiental da Amazônia. Maio/Junho de 2006.

GONG, P.; HOWARTH, J.J. An assessment of some factors influencing multispectral landcover classifications. **Photogrammetric Engineering and Remote Sensing**, v.56, n. 5, 1992.

HESS, L.L.; NOVO, E.M.L.L.; MELACK, J.M. Slaymaker, D.M. e outros. Geocoded digital videography for validation of land cover in the Amazon basin. **International Journal of Remote Sensing**. London. V. 23, n. 7, 2002.

IPOLLITI-RAMILO, G. A. **Imagens TM/Landsat-5 da época de pré-plantio para a previsão da área de culturas de verão**. São José dos Campos. 183 p. (INPE-7116-TDI/668). Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 1999.

JACOBS, G.A.; MAXIMIANO, G.A. e IHLENFELD, R.G.K. Identificação do Uso Atual do Solo através de Imagens de Satélites para Subsidiar Ações de Âmbito Fundiário do Paraná. **Anais do VIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**. Curitiba, 10 - 14 maio 1993.

KURKDJIAN, M. L.N. O.; FORESTI, C. **Cobertura e uso da terra através de sensoriamento remoto**. São José dos Campos: INPE, 1989.

LAPOLLI, É. M.; ALVES, Alceu R.; BASTOS, Lia C. e LAPOLLI, Flávio R. Clasificación de Imágenes Digitales: Técnicas Usuales y Nuevas Perspectivas. Memórias dei 5to **Simpósio Latinoamericano de Percepción Remota**. Cuzco, Peru, 28 outubro - 01 novembro, 1991.

LILLESAND, T. M.; KIEFER, R. W. **Remote sensing and imagem interpretation**, New

York: John Wiley & Sons, 1994. 750 p.

LOCH, Cados e LAPOLLI, É. M. **Elementos Básicos da Fotogrametria e sua Utilização Prática**, Ed. da UFSC, Florianópolis, 1989.

LOCH, Carlos. **A interpretação de imagens aéreas**: noções básicas e algumas aplicações nos campos profissionais. 2. ed. rev. e ampl. Florianópolis: UFSC, 1989.

MARSH, S. E.; WALSH, J. L.; SOBREVILA, C. Evaluation of airborne video data for land-cover classification accuracy assessment in an isolated Brazilian forest. **Remote Sensing of Environment**, v. 48, n. 1, 1994.

MATHER, P. M. **Computer processing of remotely-sensed images**: an introduction. 2 ed. Chichester: John Wiley & Sons, 1999.

MAUSEL, P.W.; EVERITT, J.H.; ESCOBAR, D.E.; KING, D.J. Airborne videography: current status and future perspectives. **Photogrammetric Engineering and Remote Sensing**. v. 58, n. 8, 1992.

MORAES, Ronei Marcos de. **Sensoriamento Remoto e Classificação de Imagens**. Departamento de Estatística CCEN - UFPB Campus I - João Pessoa. 1999.

MORAN, m.; CLARCKE, T; PINTER, P. MADMAC: a test of multispectral airborne imagery as a farm management tool. **Proceedings of the 26th International Symposium on Remote Sensing of Environment**, Vancouver, Canada, 1996.

MOREIRA, M. A. **Fundamentos do Sensoriamento Remoto e Metodologias de Aplicação**. 2. ed. Viçosa: UFV, 2003.

MOREIRA, Maurício Alves. **Fundamentos do Sensoriamento Remoto e Metodologias de Aplicações**. São José dos Campos: Inpe, 2001.

MOURA, S.; FREITAS, M.I.C; O uso da videografia no planejamento urbano da cidade de Analândia (SP): resultados Parciais, **Anais XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**. Goiânia: INPE Brasil, 16-21 abril 2005.

NASA - Shuttle Radar Topography Mission (SRTM). Disponível em: <<http://www2.jpl.nasa.gov/srtm>>. Acesso em: 2005.

NERY, L. C. R.; LOROSA, E. S.; FRANCO, A. M. R. 2004. **Feeding Preference of the Sand Flies *Lutzomya umbratilis* and *L. spathotrichia* (Diptera: Psychodidae, Phlebotominae) in an Urban Forest Patch in the City of Manaus, Amazonas, Brazil**. 2004. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 99(6):571-574.

NIXON, P. R.; Escobar, D. E.; Menges, R. M.. A multiband video system for quick assessment of vegetal condition and discrimination of plant species. **Remote Sensing of Environment**, v. 17, 1985.

NOVO, Evelyn M. de Moraes. **Sensoriamento remoto**. Princípios e aplicações. Revista e ampliada. São Paulo: Blucher, 2008.

ORTIZ, M. J. **Integração de sensoriamento remoto, sistema de informação geográfica e banco de dados, na identificação de culturas agrícolas de inverno**. São José dos Campos: INPE-5633-TDI/557. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) – Instituto Nacional

de Pesquisas Espaciais, 1993.

PASSOS, M. A. B.; MENDONÇA, M. S. de. **Epiderme dos segmentos foliares de *Mauritia flexuosa* L. f. (Arecaceae) em três fases de desenvolvimento.** Acta Amaz. vol.36 no.4 Manaus Oct./Dec. 2006.

PEDDLE, D. R. Spectral mixture analysis and geometric optics reflectance modeling of boreal forest biophysical structure. **Remote Sensing Environment**. v. 67, n. 3, 1999.

POMPERMAYER NETO, P.; COUTO, H. T. Z., The use of aerial videography in the detection of nutritional deficiency in Eucalypts plantations, **Scientia Forestalis**, n. 63, jun. 2003.

PONZONI, F.J. Comportamento Espectral da Vegetação. In: Meneses, P. R. **Sensoriamento remoto: reflectância dos alvos naturais.** Brasília: UNB 2000.

PRADO, H. **Solos do Brasil: gênese, morfologia, classificação e levantamento.** Richards, J. A. **Remote sensing digital image analysis: an introduction.** Berlin: Springer-Verlag, 1986.

RICHARDS, J. A. **Remote Sensing Digital Image Analysis. An introduction.** Berlin, Springer-Verlag, 1993.

RICHARDS, J. A. Thematic mapping from multitemporal image data using the principal components transformation. **Remote Sensing and Environment**, v. 16, n. 1, 1988.

RICHARDSON, A.J.; HEILMAN, M.D.; ESCOBAR, D.E. Estimating grain sorghum yield from video and reflectance based PVI measurements at peak canopy development. **Journal of Imaging Technology**. v. 16, n. 3, 1990.

ROLLO, F.M.A et al. Uso de cenas videográficas para a avaliação da floresta urbana. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, vol. 2, n. 3, p. 63-79. 2007.

SANTOS, A. P. **Metodologia de Interpretação de dados de Sensoriamento Remoto Aplicações no uso da Terra**, São José dos Campos, INPE, 1986.

SANTOS, Rosely Ferreira dos. **Planejamento ambiental: teoria e prática.** São Paulo: Oficina de Textos, 2002.

SCHOWENGERDT, R. A. **Remote Sensing Models and Methods FOR Image Processing.** London: Academic Press, 1997.

SCHOWENGERDT, R. A. **Techniques for image processing and classification in remote sensing.** New York: Academic Press, 1983.

SHIMABUKURO, Y. S.; and SMITH, J. A. The least-squares mixing models to generate fraction images derived from remote sensing multispectral data. **IEEE Trans. Geosci. Remote Sens.**, v. 29, n. 1, p. 16–20, 1991.

SILVA FILHO. Demóstenes Ferreira da. **Videografia Aérea Multiespectral em Silvicultura Urbana.** Ambiência Guarapuava, PR v.2 p. 55-68 Edição Especial1 2006.

SILVA, M. R. L. da,. Unidade de Solo : Determinação Através de Sensoriamento Remoto, In: **Anais do XIV Congresso Brasileiro de Cartografia**, Gramado, 1989. V. 2.

SMITS, P. C.; Dellepiane, S. G.; Schowengerdt, R. A. Quality assessment of image

classification algorithms for land-cover mapping: a review and a proposal for a cost based approach. **International Journal of Remote Sensing**, v.20, n.8, 1999.

STEFFEN, Carlos Alberto; HESS, Laura; HOLT, John. O Experimento DIGICAM. **Anais IX Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Santos, Brasil, 11-18 setembro 1998, INPE, p. 1227-1332.

TIMOUC, F.; CHARRON, C.; PANECHOU, K.; SILVEIRA, O. F. M. 1998. **Relatório da Missão Científica ao Instituto de Pesquisas Científicas e Tecnológicas do Estado do Amapá de 18 a 22 de agosto de 1998**. Macapá, ORSTOM/IEPA. 6 p.

WEEPENER, H.L.; NARCISO, G.; LYON, T. Monitoring Citrus Plantation With Airbone Imagery. In: **Second International Conference on Geospatial Information in Agriculture and Forestry**, Lake Buena Vista, Florida, 10-12 January 2000.

WIEGAND, C.L.; RHOADES, J.D.; ESCOBAR, D.E.; EVERITT, J.H. Photographic and videographic observations for determining and mapping the response of cotton to soil salinity. **Remote Sensing of Environment**. v. 49, 1994.

WIEGAND, CL.; EVERITT, J.H.; RICHARDSON, A.J. Comparison of multispectral video and SPOT-1 HRV observations for cotton affected by soil salinity. **Remote Sensing of Environment**. v.13, N. 8, 1992.

YANG, C.; ANDERSON, G.L. Identifying spatial plant growth variability in grain sorghum using aerial videography. In: Biennial Workshop on Color Photography and Videography in Resource Assessment, 16., **Proceedings**. Falls Church: ASPRS, 2000.

## **ANEXOS**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS  
PRO-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS  
FLORESTAIS E AMBIENTAIS

## Tutorial - 1

### Captura de frame individual - Georreferenciamento

Este tutorial tem por objetivo demonstrar os passos necessários para captura de frames únicos das tomadas de vídeo aérea, importadas pelo programa HDWriter.

Assume-se que o usuário já tenha descarregado da memória da câmera filmadora todos os arquivos da filmagem através do programa HDWriter.

Passo 1 - Ao abrir o programa será mostrada a tela inicial com algumas opções, como visto na (figura 1).



Fig. 1. Tela inicial do programa HDWriter.

Passo 2- Devemos clicar na opção “Easy editing” e então uma tela como a da (figura 2) será mostrada. Nela, do lado esquerdo, estão as ultimas importações feitas pelo programa. Ao marcar uma opção, são mostrados do lado direito informações sobre o vídeo e uma imagem prévia do vídeo.

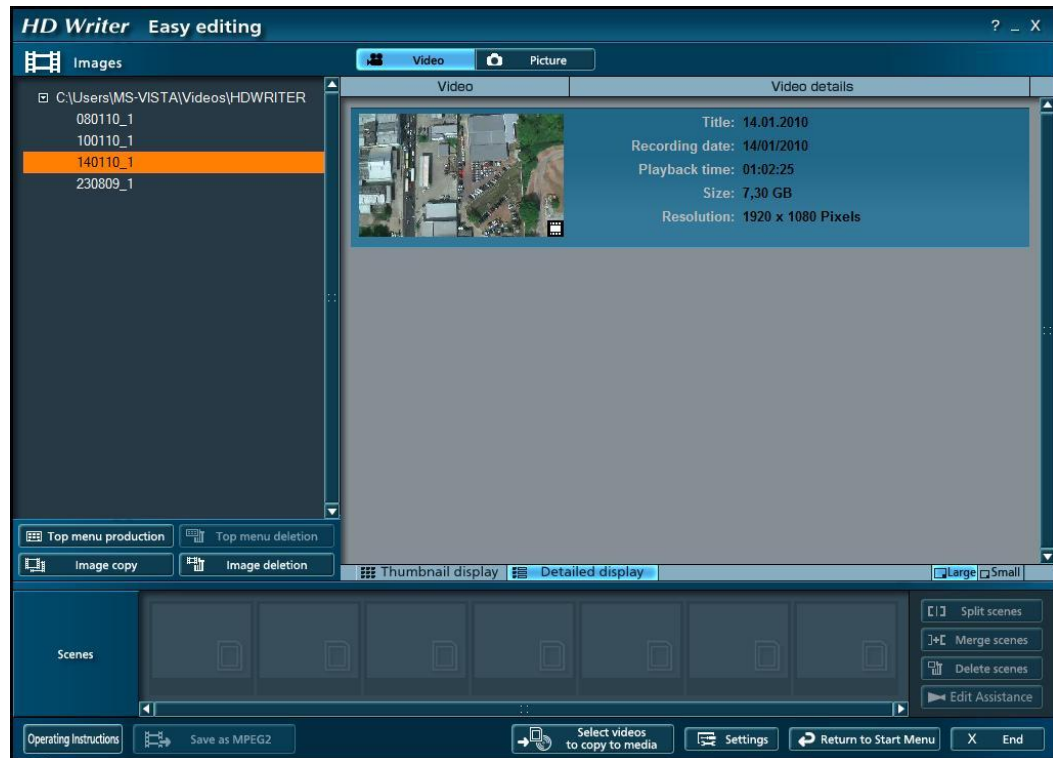


Fig.2. Easy Editing do HD Writer.

Passo 3- A baixo, há uma área denominada scenes. Ao selecionar na coluna da esquerda a cima uma importação e clicar a imagem de pré-visualização do lado direito. São mostradas as cenas daquele vídeo no campo scenes, à baixo. Ao final obtemos uma tela como a da (figura 3).

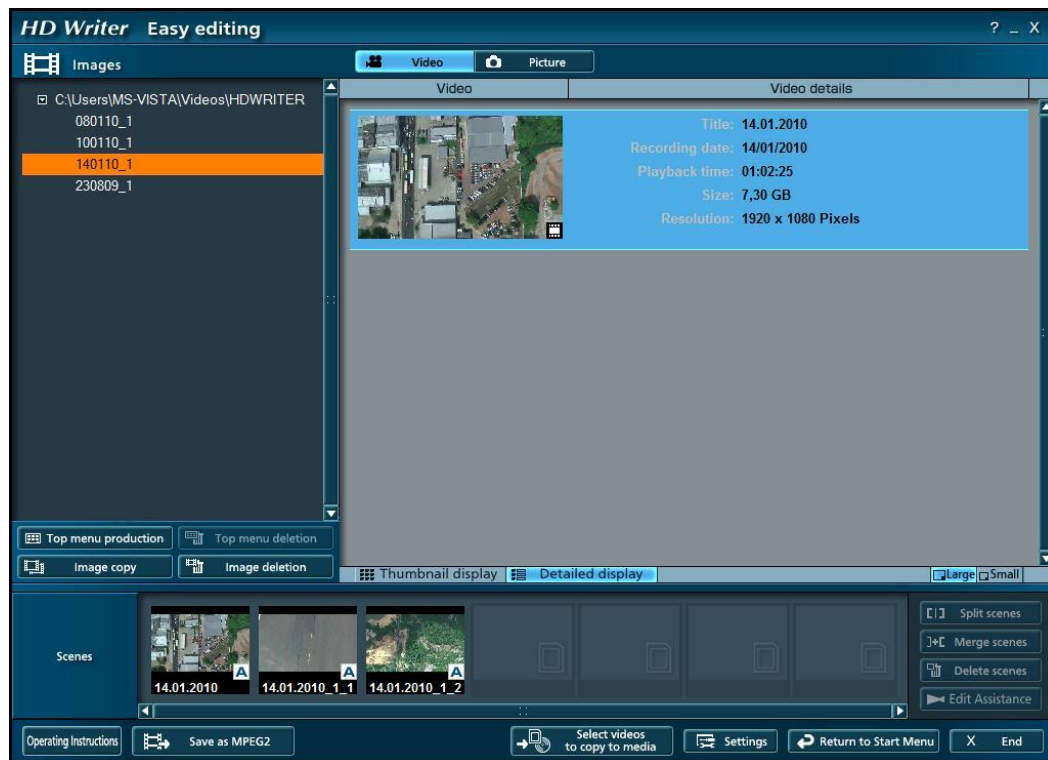


Fig. 3. Arquivo importado para o campo scenes do HDWrite – Easy Editing.

Passo 4- Devemos abrir agora o visualizador do vídeo. Para isso clicamos duas vezes em uma das cenas no campo scenes. Com isso, será apresentada uma janela como a da (figura 4).

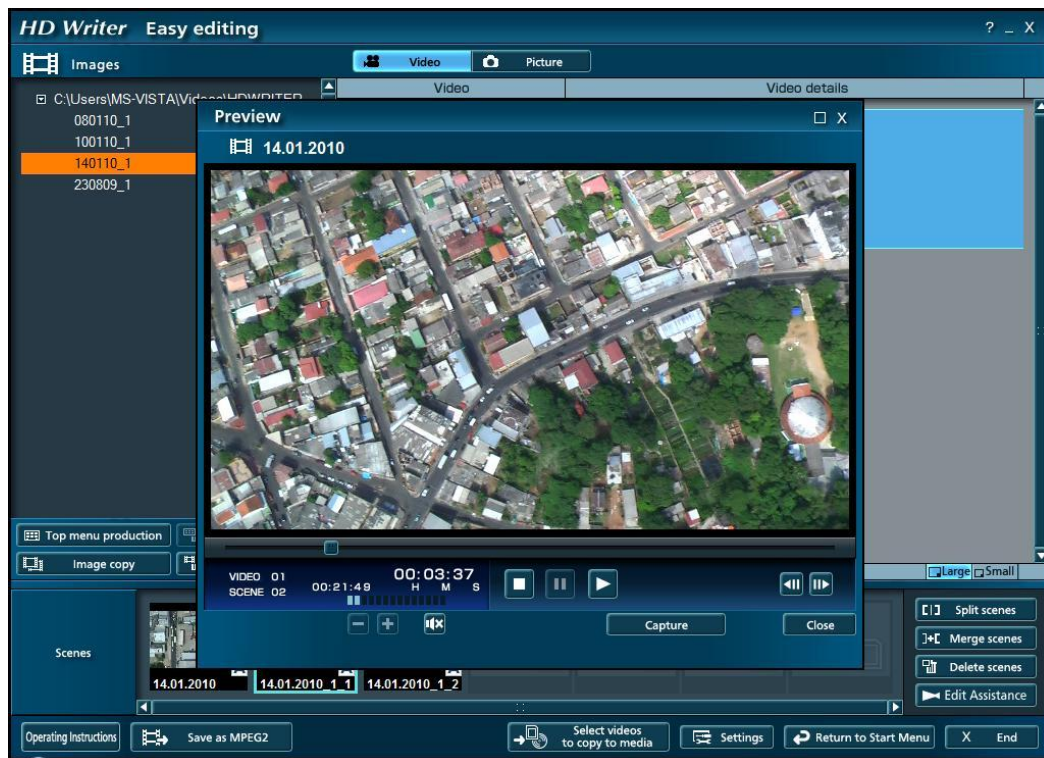


Fig. 4. Pré-visualizador das cenas.

Passo 5- Ao abrir a tela de pré-visualização, a cena selecionada começará a ser reproduzida. Para pausar a execução basta clicar no botão pause ao centro, na porção inferior da tela, ou no botão stop, para parar completamente a execução ou o play, para prosseguir. Com o vídeo pausado, pode-se avançar quadro a quadro com os botões do lado esquerdo inferior do aplicativo. Esses botões podem ser vistos na (figura 5).

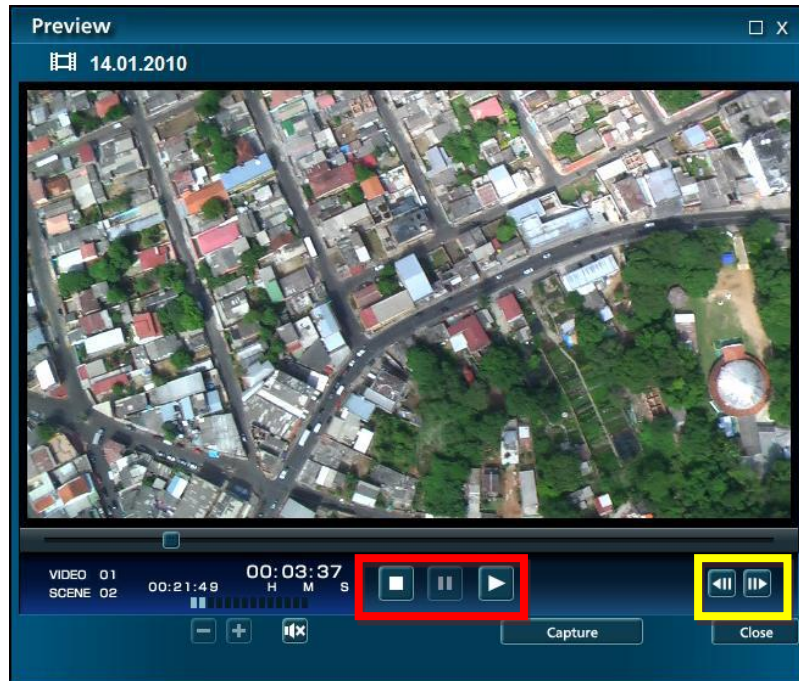


Fig. 5. Controles de Vídeo.

Passo 6- Após selecionar a porção do vídeo a ser exportado, basta clicar no botão capture, escolher o diretório e o nome do arquivo e clicar em salvar. Será exportada uma imagem no formato jpg referente a imagem sendo exibida atualmente. O processo pode ser visto na (figura 6).

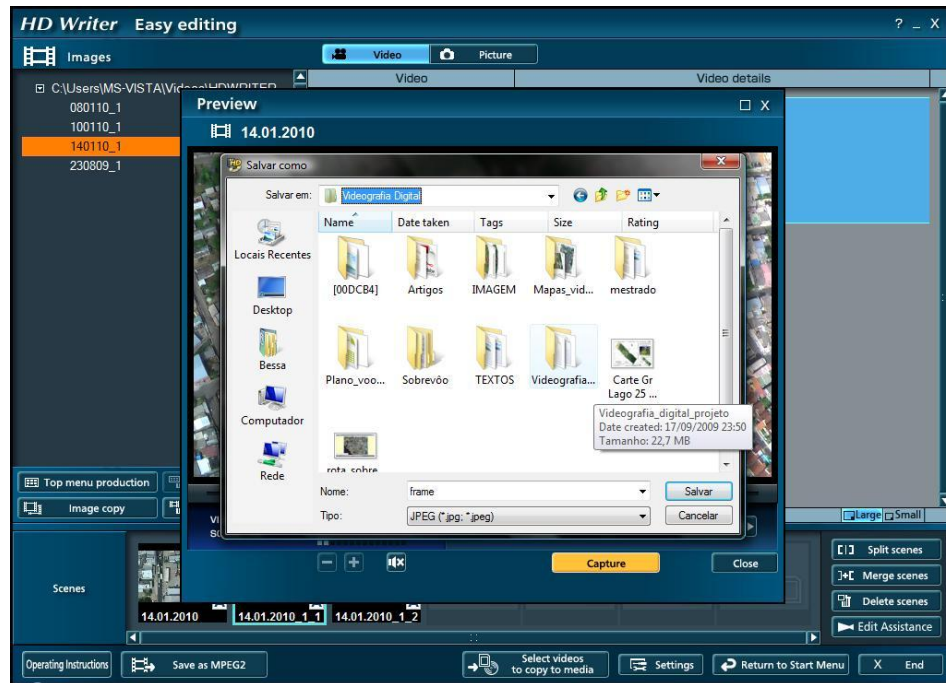


Fig. 6. Salvamento do frame.

Passo 7- Imagem de exemplo de frame exportado pode ser visto na (figura 7 e 8).



Fig. 7. Exemplo de frame exportado



Fig. 8. Exemplo de frame exportado

Passo 8- Imagem de exemplo de frame georreferenciado pode ser visto na (figura 9)

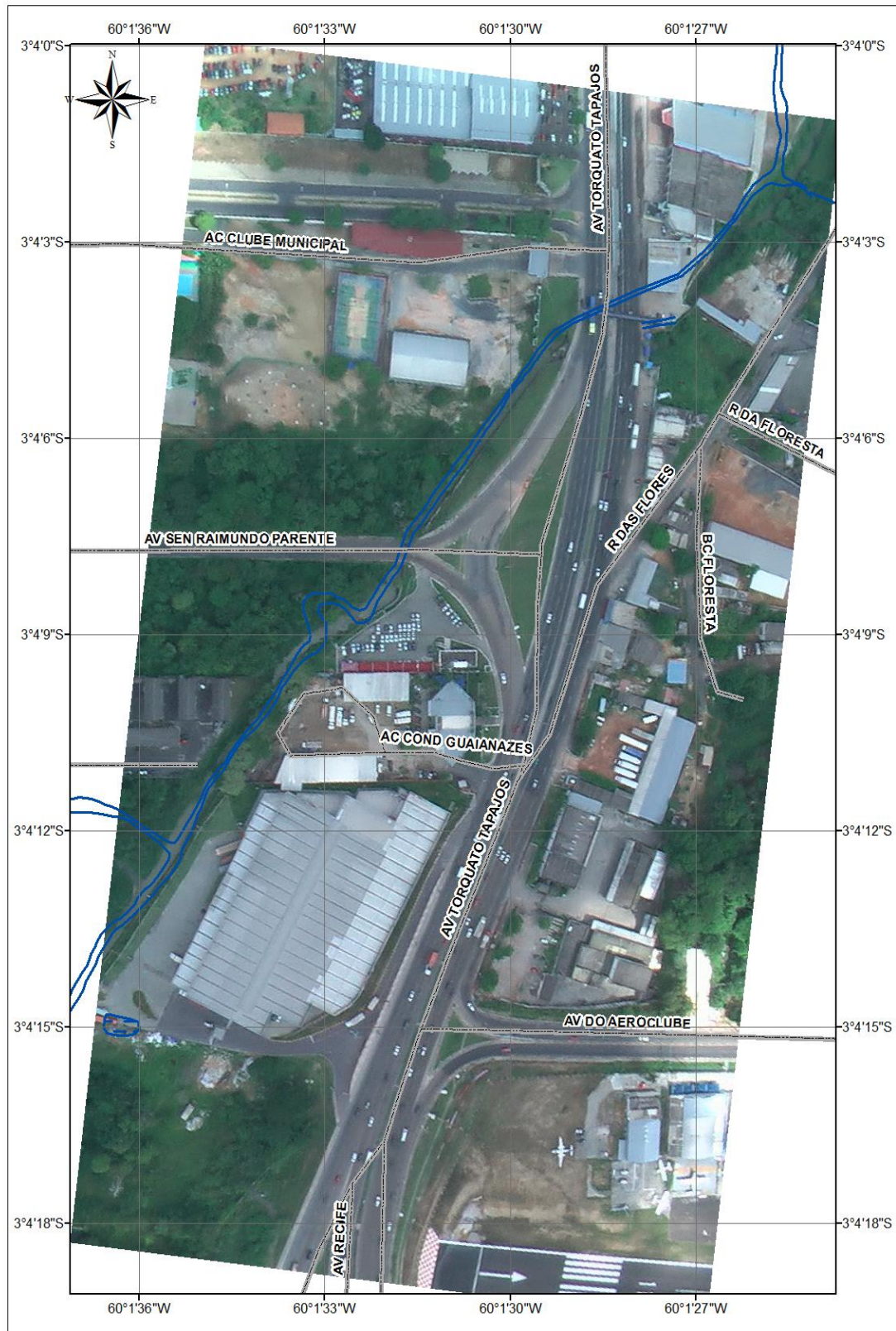


Fig. 9. Frame georreferenciado.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS  
PRO-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS  
FLORESTAIS E AMBIENTAIS

## Tutorial - 2

### Exportação de Video Full HD como sequência de imagens

Este tutorial tem por objetivo demonstrar todos os passos necessários para exportar um vídeo Full HD gravado no formato AVCHD em uma sequência de imagens estáticas (quadro, fotograma, frame) para serem utilizadas em um processo de Georreferenciamento.

Assume-se que o usuário já tenha descarregado da memória da câmera filmadora todos os arquivos da filmagem diretamente para uma pasta de um computador, ou através de programas auxiliares como o HDWriter da Panasonic, diretamente para um programa de tratamento de imagens.

Passo 1- Após obter os dados da câmera, o vídeo será apresentado em uma estrutura de pastas (figura 01).

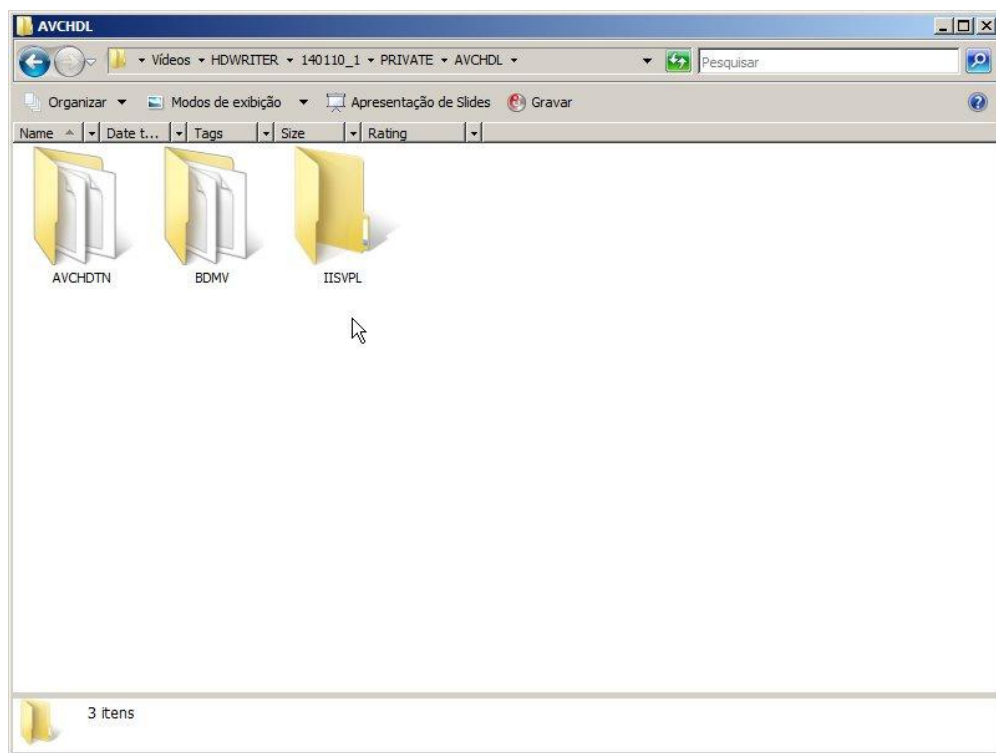


Fig. 01. Estrutura de pastas de uma gravação AVCHD.

Passo 2- Nestas pastas encontramos uma sub-estrutura de pastas que armazenam os metadados da filmagem e os arquivos de vídeo propriamente ditos. Navegando em BDMV -> STREAM encontraremos os arquivos brutos de imagem, como visto na (figura 02).

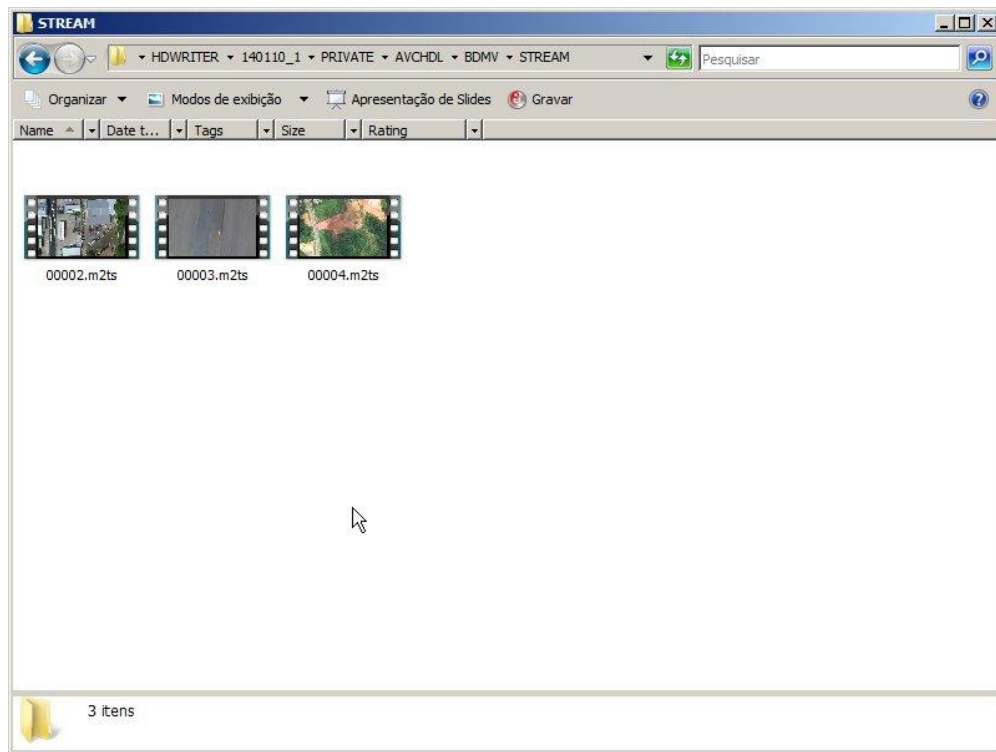


Fig. 02. Arquivos de vídeo brutos

Passo 3- Os arquivos com extensão .m2ts ou .mts que aparecem, são os arquivos de vídeo brutos. A extensão (m2ts ou mts) será diferente, de acordo com o tipo de importação.

Passo 4- Inicialmente, precisamos fazer uma demultiplexação (Separação) dos dados dos arquivos de vídeo. Estes arquivos juntam o Audio Codificado em AC3 com o vídeo codificado em MPEG-4 AVC/H.264 em um encapsulamento em MPEG TS. Com a separação teremos o vídeo, separado do áudio, o que facilita a manipulação. Para isso, algumas ferramentas devem ser instaladas.

Passo 5- A Primeira ferramenta, é a AVISynth disponível em:

[www.free-codecs.com/download/AviSynth.htm](http://www.free-codecs.com/download/AviSynth.htm);

A segunda é um pacote de ferramentas para conversão AVCHD\_CONVERT disponível em [http://forum.videohelp.com/images/guides/p1814962/avchd\\_convert\\_v5.zip](http://forum.videohelp.com/images/guides/p1814962/avchd_convert_v5.zip).

Passo 6- Após obter as ferramentas, instale a primeira e descompacte a segunda em um diretório de sua escolha, o conteúdo do segundo arquivo deve ser semelhante ao mostrado pela (figura 03).

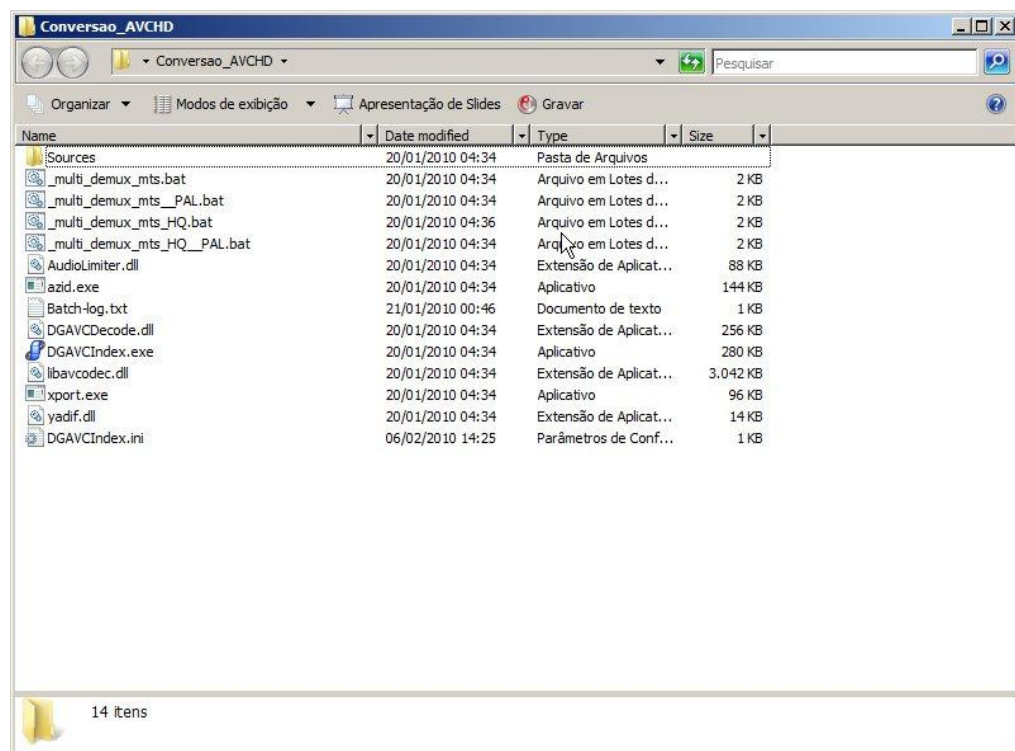
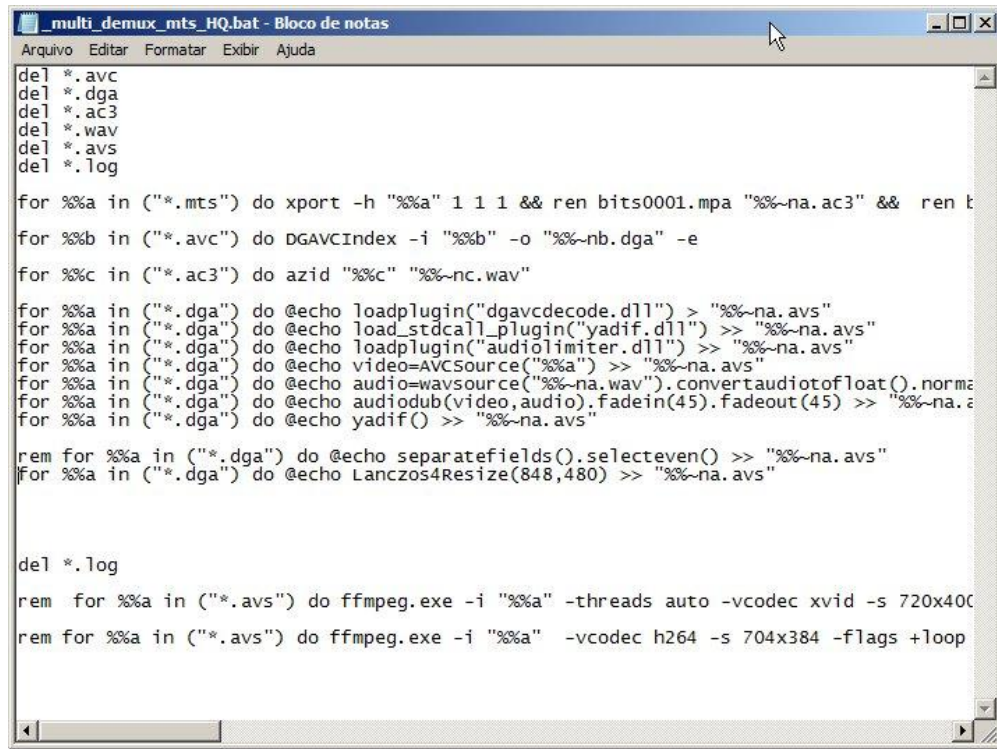


Fig. 03. Estrutura de arquivos da ferramenta AVCHD\_CONVERT.

Passo 7- Usando um editor de texto como o Notepad do Windows edite o arquivo `_multi_demux_mts_HQ.bat` se o vídeo tiver sido gravado com uma câmera NTSC ou `_multi_demux_mts_HQ_PAL.bat`, se for uma câmera PAL, consulte o manual da câmera para saber qual o tipo. O arquivo se parece com o mostrado na (figura 04).



```

del *.avc
del *.dga
del *.ac3
del *.wav
del *.avs
del *.log

for %%a in (*.mts) do xport -h "%a" 1 1 1 && ren bits0001.mpa "%~na.ac3" && ren b

for %%b in (*.avc) do DGAVCIndex -i "%b" -o "%~nb.dga" -e

for %%c in (*.ac3) do azid "%c" "%~nc.wav"

for %%a in (*.dga) do @echo loadplugin("dgavcdecode.dll") > "%~na.avs"
for %%a in (*.dga) do @echo load_stdcall_plugin("yadif.dll") >> "%~na.avs"
for %%a in (*.dga) do @echo loadplugin("audiolimiter.dll") >> "%~na.avs"
for %%a in (*.dga) do @echo video=AVCSource("%a") >> "%~na.avs"
for %%a in (*.dga) do @echo audio=wavsource("%~na.wav").convertaudiotofloat().norma
for %%a in (*.dga) do @echo audiodub(video,audio).fadein(45).fadeout(45) >> "%~na.
for %%a in (*.dga) do @echo yadif() >> "%~na.avs"

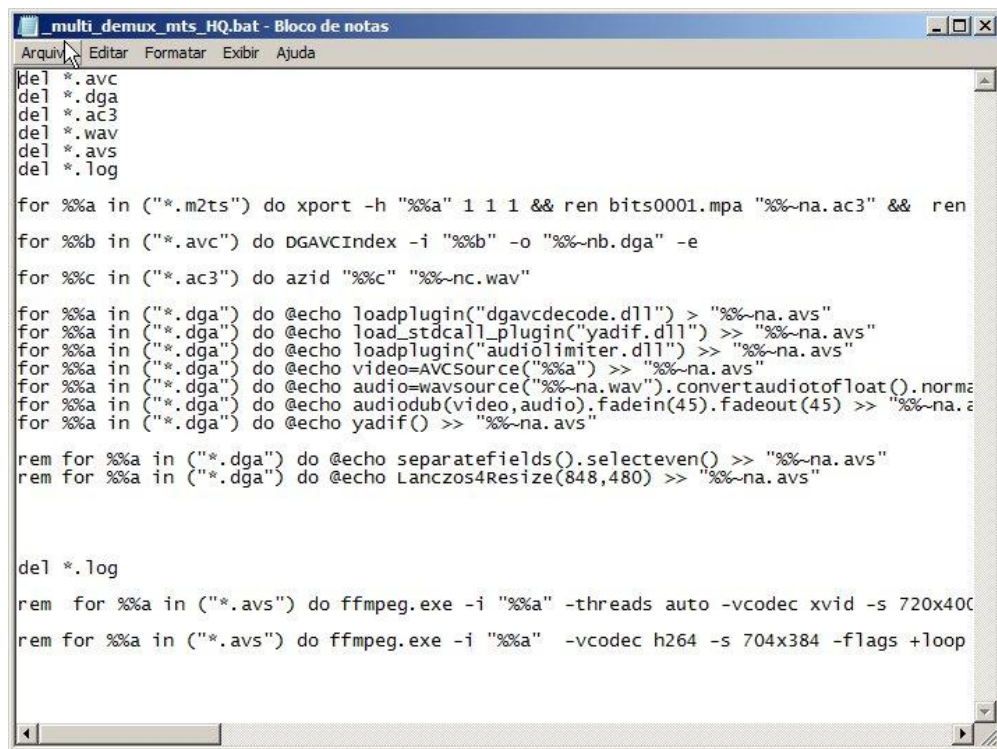
rem for %%a in (*.dga) do @echo separatefields().selecteven() >> "%~na.avs"
for %%a in (*.dga) do @echo Lanczos4Resize(848,480) >> "%~na.avs"

del *.log

rem for %%a in (*.avs) do ffmpeg.exe -i "%a" -threads auto -vcodec xvid -s 720x400
rem for %%a in (*.avs) do ffmpeg.exe -i "%a" -vcodec h264 -s 704x384 -flags +loop
  
```

Fig. 04. Conteúdo do arquivo `_multi_demux_mts_HQ.bat`.

Passo 8- Precisamos modificar algumas partes deste arquivo, primeiro, adicione a palavra REM em frente da linha que começa com: “for %%a in (\*.dga) do @echo Lanczos4Resize...”. Depois, altere a primeira linha que começa com “for %%a in (...” de .mts para m2ts, se os arquivos do diretório stream estiverem nesse formato, se não, mantenha como mts. Ao final das modificações o arquivo estará como o mostrado na (figura 05).



```

multi_demux_mts_HQ.bat - Bloco de notas
Arquivo Editar Formatar Exibir Ajuda

del *.avc
del *.dga
del *.ac3
del *.wav
del *.avs
del *.log

for %%a in (*.mts) do xport -h "%a" 1 1 1 && ren bits0001.mpa "%~na.ac3" && ren
for %%b in (*.avc) do DGAVCIndex -i "%b" -o "%~nb.dga" -e
for %%c in (*.ac3) do azid "%c" "%~nc.wav"

for %%a in (*.dga) do @echo loadplugin("dgavcdecode.dll") > "%~na.avs"
for %%a in (*.dga) do @echo load_stdcall_plugin("yadif.dll") >> "%~na.avs"
for %%a in (*.dga) do @echo loadplugin("audiolimiter.dll") >> "%~na.avs"
for %%a in (*.dga) do @echo video=AVCSource("%a") >> "%~na.avs"
for %%a in (*.dga) do @echo audio=wavsource("%~na.wav").convertaudiotofloat().norma
for %%a in (*.dga) do @echo audiodub(video,audio).fadein(45).fadeout(45) >> "%~na.
for %%a in (*.dga) do @echo yadif() >> "%~na.avs"

rem for %%a in (*.dga) do @echo separatefields().selecteven() >> "%~na.avs"
rem for %%a in (*.dga) do @echo Lanczos4Resize(848,480) >> "%~na.avs"

del *.log

rem for %%a in (*.avs) do ffmpeg.exe -i "%a" -threads auto -vcodec xvid -s 720x400
rem for %%a in (*.avs) do ffmpeg.exe -i "%a" -vcodec h264 -s 704x384 -flags +loop
  
```

Fig. 05. Arquivo Alterado.

Passo 9- Coloque o arquivo .mts ou .m2ts no mesmo diretório onde extraímos o pacote avchd\_convert.zip.

Passo 10- Execute o arquivo \_multi\_demux\_mts\_HQ.bat ou \_multi\_demux\_mts\_HQ\_PAL.bat clicando duas vezes sobre o nome do arquivo. Confirme o aviso de segurança caso exista.

Passo 11- Uma Janela de terminal do DOS aparecerá com uma serie de informações, como visto na (figura 6). Estas são informações do processo de separação do arquivo mts ou m2ts. O processo estará completo quando esta janela for fechada automaticamente. Durante o processamento, outras janelas, como a da (figura 07) poderão aparecer, estes são programas que são chamados automaticamente pelo processo principal e após concluídos são fechados. De acordo com o tamanho do arquivo original, o processo pode levar mais ou menos tempo para ser completado.

```

C:\Windows\system32\cmd.exe
1 1 1 && ren bits0001.mpa "%na.ac3" && ren bits0001.mpv "%na.avc"

C:\Users\MS-VISTA\Desktop\Conversao_AUCHD>xport -h "00002.m2ts" 1 1 1 && ren b
its0001.mpa "00002.ac3" && ren bits0001.mpv "00002.avc"
xport Transport Stream Demuxer 1.00
program = 1, video channel = 1, audio channel = 1
Program Number = 0 <0x0000>, Program Map PID = 31 <0x001f>
Program Number = 1 <0x0001>, Program Map PID = 256 <0x0100>
program descriptor = 0x05, 0x04, 0x48, 0x44, 0x4d, 0x56
program descriptor = 0x88, 0x04, 0x0f, 0xff, 0xfc, 0xfc
Video PID = 4113 <0x1011>, type = 0x1b
ES descriptor for stream type 0x1b = 0x05, 0x08, 0x48, 0x44, 0x4d, 0x56, 0xff, 0
x1b, 0x44, 0x3f
Audio PID = 4352 <0x1100>, type = 0x81
ES descriptor for stream type 0x81 = 0x05, 0x04, 0x41, 0x43, 0x2d, 0x33
ES descriptor for stream type 0x81 = 0x81, 0x06, 0x04, 0x38, 0x0f, 0x00, 0x1f, 0
x00
0 frames before first I-frame
High Profile
Level = 4.0
First Video PTS = 0x0000a46c
Audio Bitrate = 384000, Audio Sampling Rate = 48000
Audio Mode = 3/2, bsid = 4, bsmode = 0
First Audio PTS = 0x0000a376, -246
ts rate = unspecified
  
```

Fig 06. Demultiplexação do Vídeo.

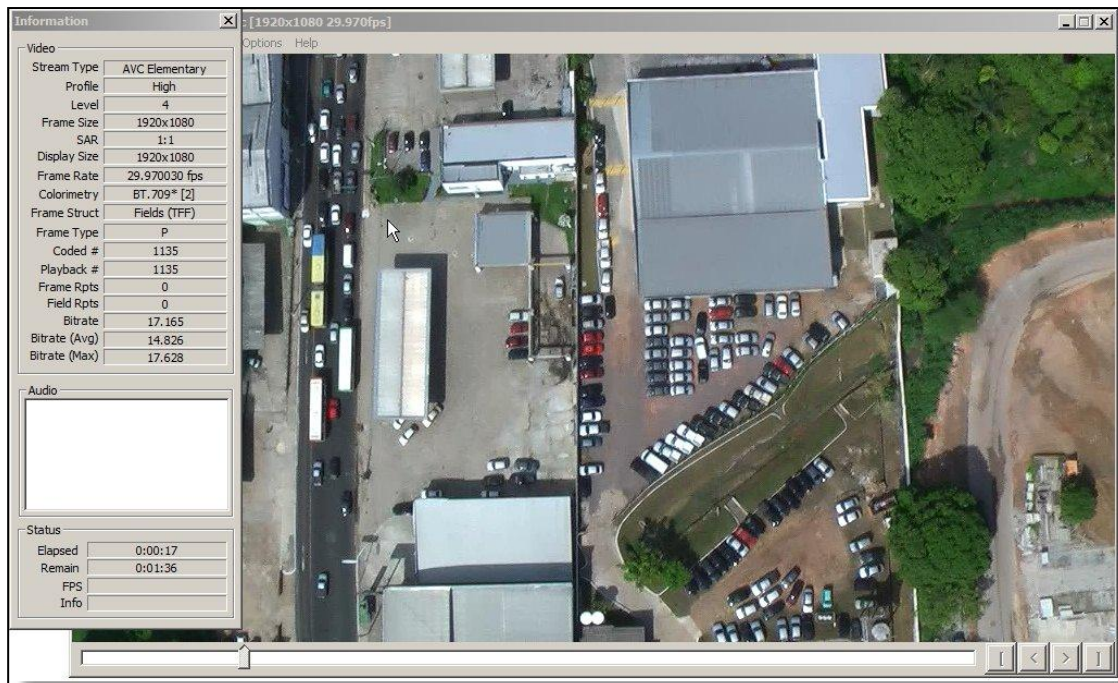


Fig 07. Processamento do Vídeo.

Passo 12- Ao final do processo, vários novos arquivos serão criados no mesmo diretório do conteúdo de avchd\_convert como podemos ver na (figura 08).

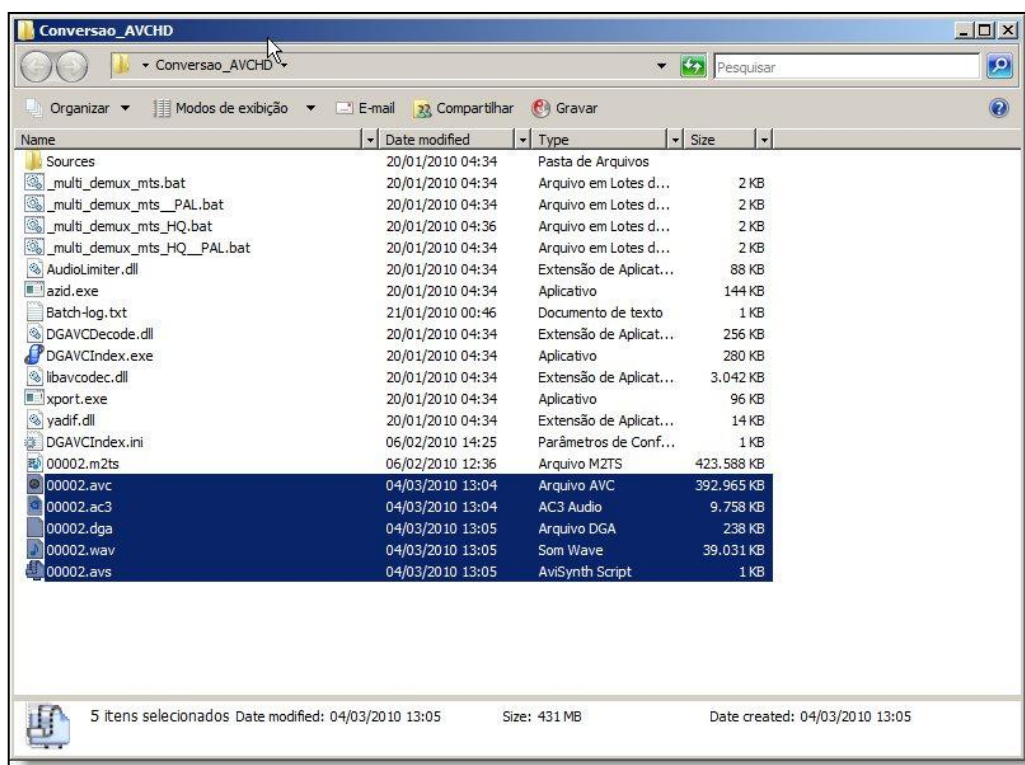


Fig 08. Arquivos criados após o processamento.

Passo 13- Estamos interessados somente no arquivo .avc que contém o vídeo. Portanto, os outros arquivos podem ser apagados.

Passo 14- Para transformar o arquivo de vídeo, recém obtido em uma sequência de imagens, usaremos um programa de edição profissional de vídeos denominado Adobe Premiere Pro CS4. Este aplicativo tem como vantagem suportar vários tipos de arquivos de vídeo, inclusive arquivos de vídeo em alta definição como os trabalhados aqui.

Passo 15- Para começar, abra o Adobe Premiere Pro CS4. Após aberto, será apresentada uma tela como a da (figura 09).

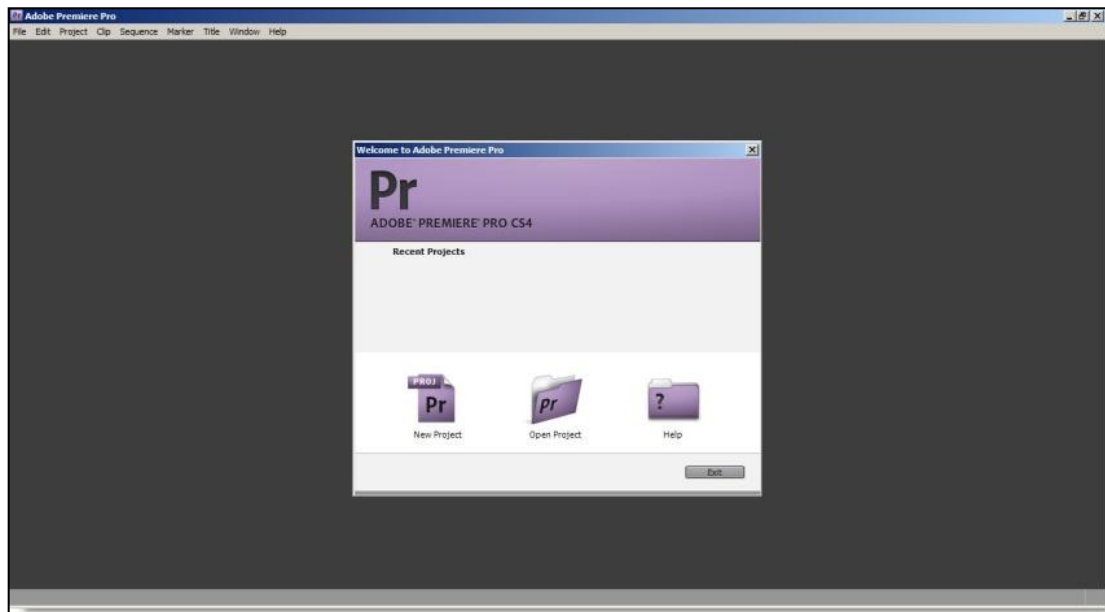


Fig. 09. Tela Inicial do Adobe Premiere.

Passo 16- Iniciaremos com um projeto novo, então clique em New Project. Após clicar em New Project, uma nova tela será exibida, com configurações para criação do novo projeto. A (figura 10) descreve esta janela.

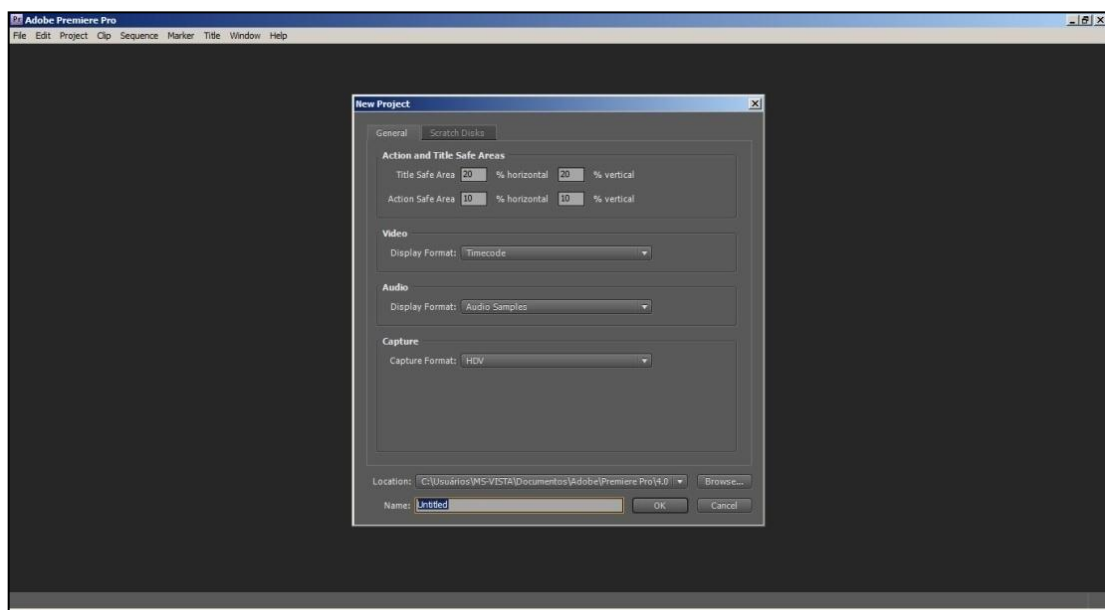


Fig. 10. Janela novo projeto.

Passo 17- As opções que precisam ser alteradas são: Capture que deve estar no formato HDV; Location que pode ser o caminho padrão já configurado ou outro definido pelo usuário clicando-se em Browse e Name que é o nome do projeto.

Passo 18- Após configurar os campos, clique em OK.

Passo 19- A interface principal do Adobe Premiere Pro CS4 será carregada como visto na (figura 11). Precisamos agora importar o arquivo de vídeo resultante do processamento anterior.

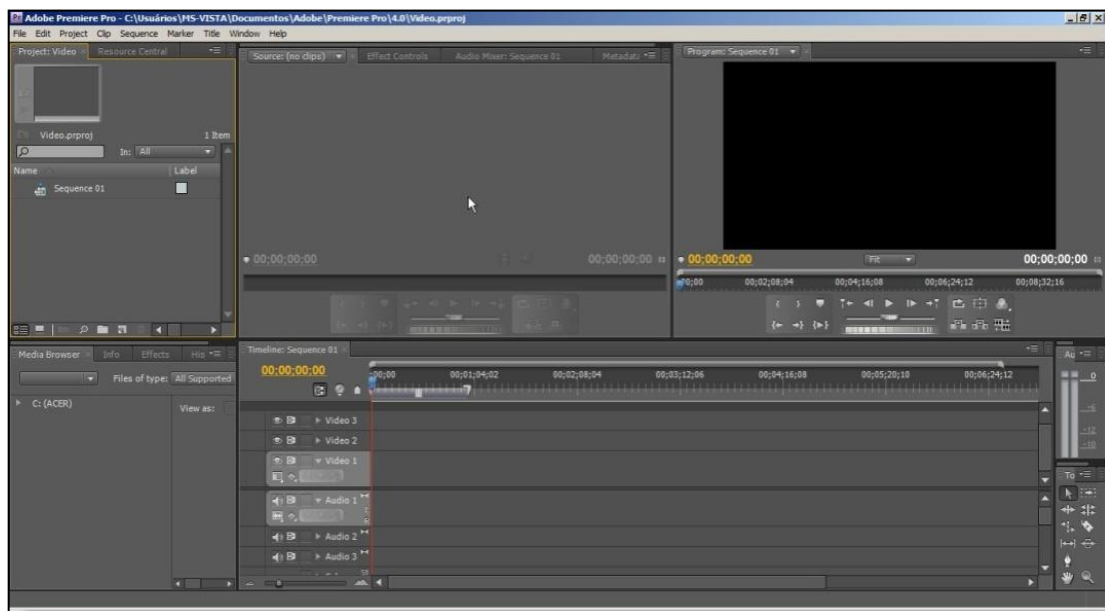


Fig. 11. Interface principal do Adobe Premiere.

Passo 20- Para importar o vídeo devemos ir no menu file > Import, como na (figura 12).

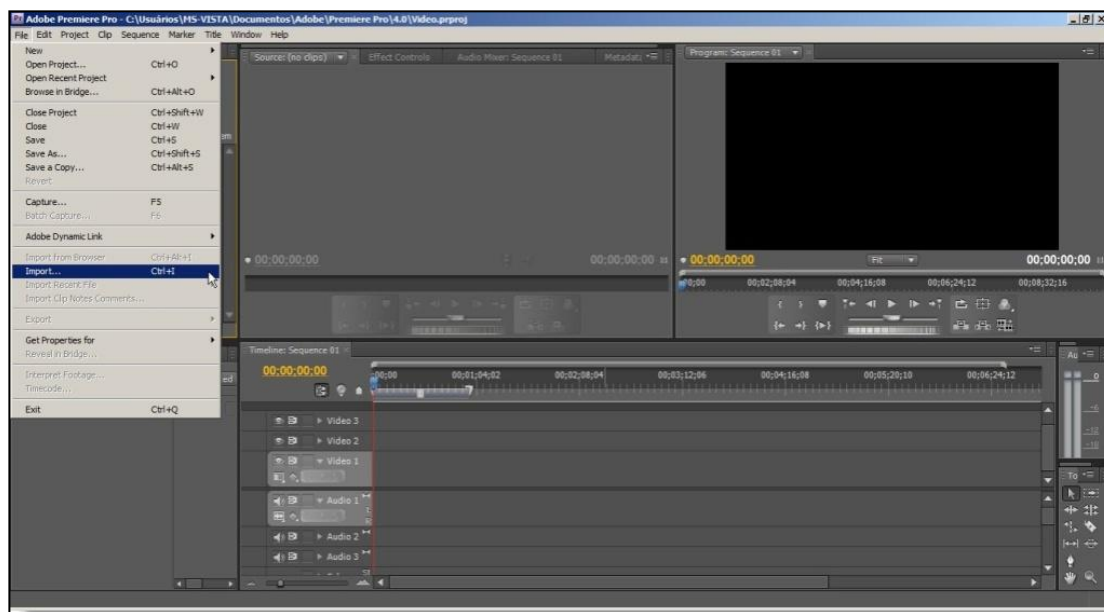


Fig. 12. Menu de importação de Vídeo.

Passo 21- No menu import, localize o arquivo .avc resultante do processo anterior na janela que abrir e clique em Abrir.

Passo 22- Após importar o arquivo, o mesmo aparecerá na janela superior esquerda do programa. Clique no nome do arquivo importado e araste o mesmo para a janela ao lado, Source e para a linha de tempo abaixo denominada Video 1. Ao final, a janela do Adobe Premiere Pro CS4 estará como a da (figura 13).

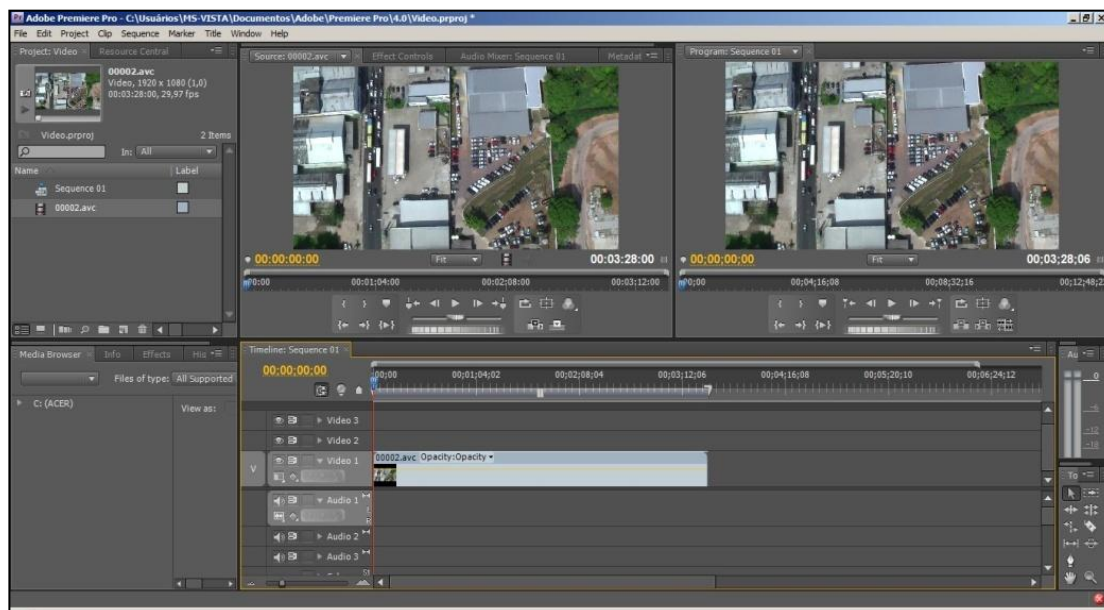


Fig. 13. Arquivo de Vídeo importado para a linha de tempo.

Passo 23- Agora podemos iniciar o processo de exportação. Para isso, vá ao menu File e então em Export e finalmente em Media. A (figura 14) descreve o Menu.

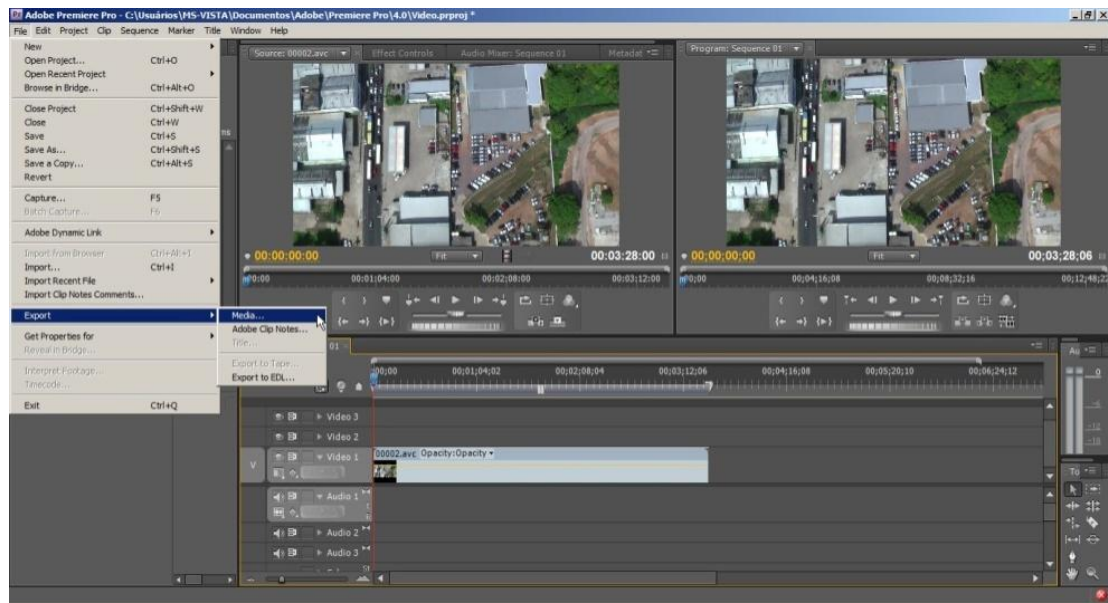


Fig. 14. Menu de exportação do vídeo.

Passo 24- Ao clicar em Media, a Janela Export Settings, vista na (figura 15), será aberta. Nela configuraremos como o arquivo deverá ser exportado e para onde.

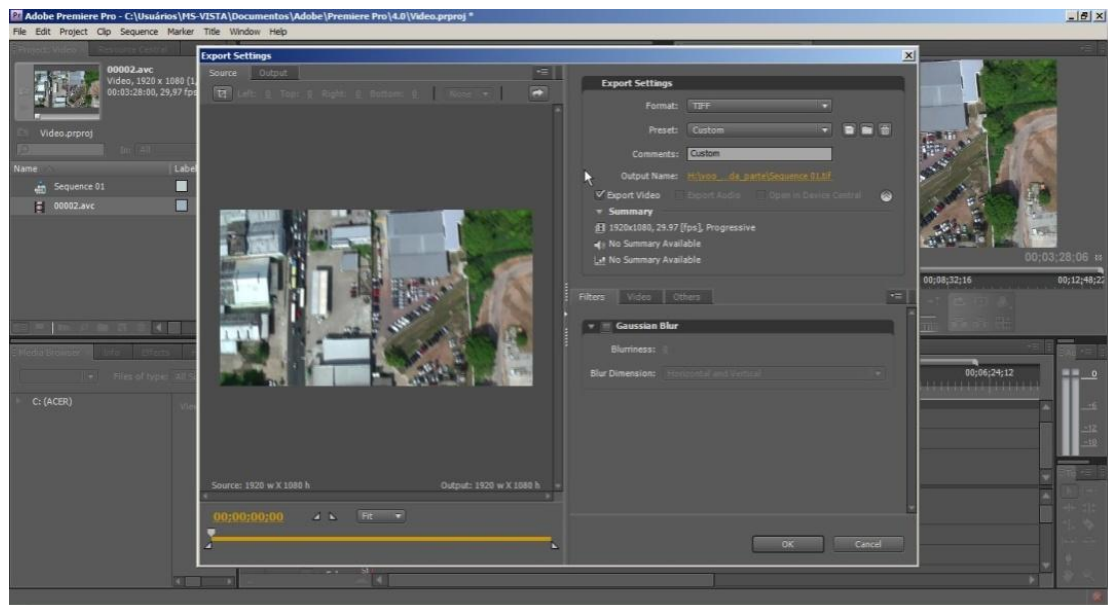


Fig. 15. Janela de Exportação do Vídeo.

Passo 25- Neste assistente, ao lado esquerdo é mostrado o vídeo e no direito, opções de exportação.

Passo 26- Em export settings selecione em “format” TIFF, e verifique se a caixa “Export Video” está selecionada.

Passo 27- Em “Output Name” escolha o local e o nome base dos arquivos a serem exportados. Os arquivos serão criados no formato nomeXXXX.tif onde os X são substituídos por números que indicam o frame exportado.

Passo 28- Na parte de Baixo, na Aba Video, verifique se os campos “Width” e “Height” estão configurados para 1920 e 1080, respectivamente e se o botão com um símbolo de uma corrente está selecionado.

Passo 29- A baixo, verifique se a opção “Export as a Sequence” está marcada.

Passo 30- Em “Frame Rate” ajuste para o valor referente a velocidade de frames por segundo no qual o vídeo original foi filmado, valores comuns são de 29,97;30; 23,976 e 24 fp/s.

Passo 31- Em “Field Type” verifique se Progressive está marcado. Este valor só deve ser alterado se o vídeo for filmado no modo progressivo.

Passo 32- E em “Aspect”, certifique-se que a opção marcada seja Square Pixels (1.0)

Passo 33- Finalmente, Marque a opção “Render at Maximum Depth”.

Passo 34- Uma compilação das opções descritas pode ser visto na (figura 16).

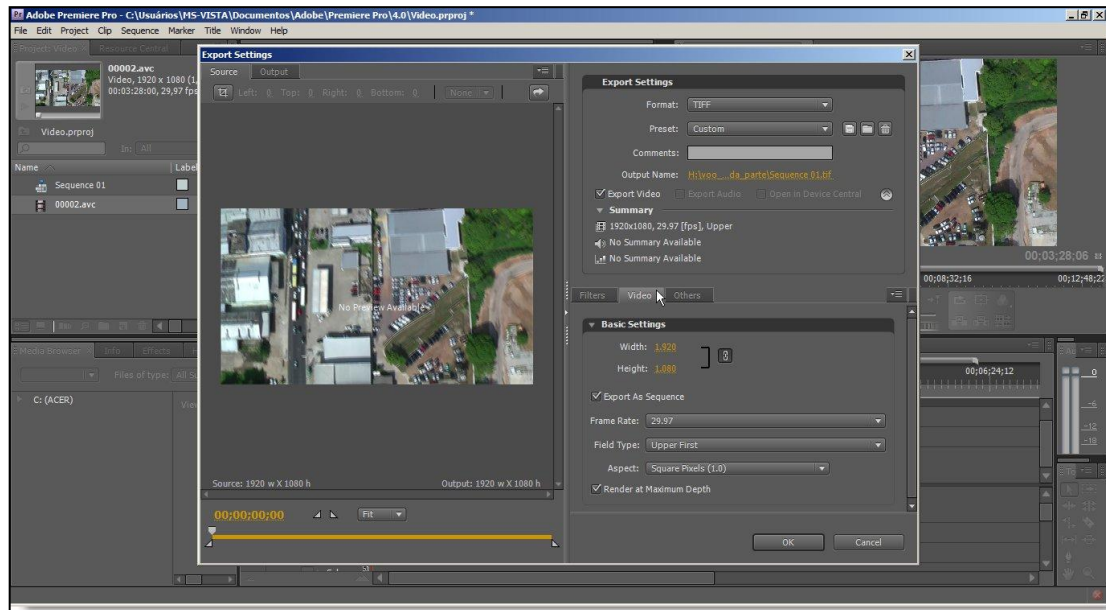


Fig. 16. Opções de Exportação do vídeo em imagens estáticas.

Passo 35- Ao Clicar em OK, um outro programa será aberto, o Adobe Media Encoder, que se encarregará de exportar o arquivo de Video com as configurações selecionadas anteriormente. O programa é descrito pela (figura 17).

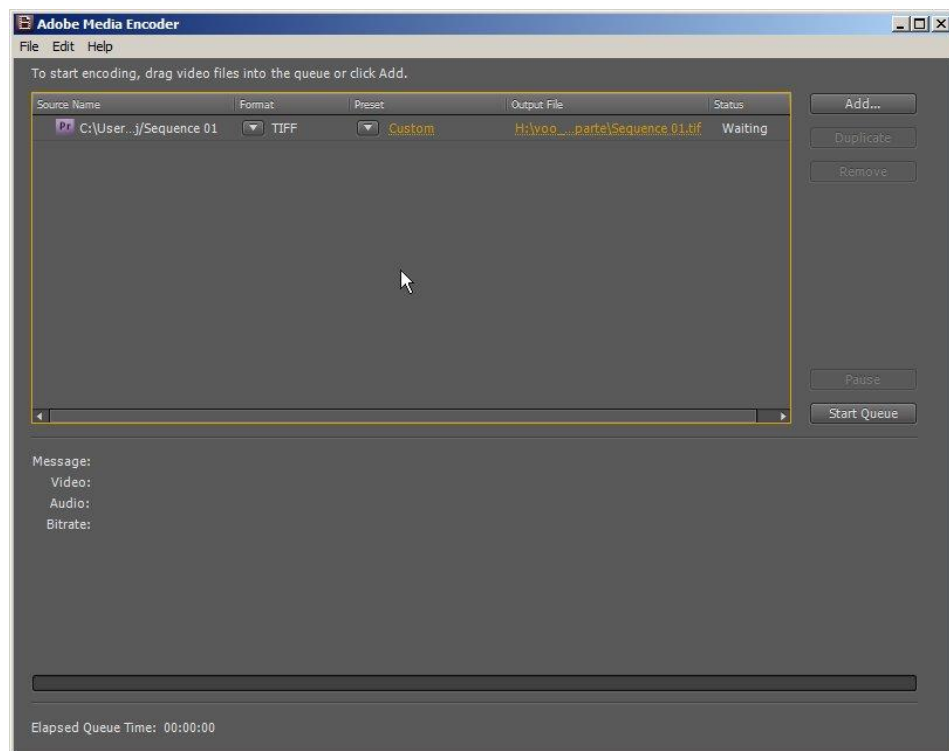


Fig. 17. Exportação do vídeo com o Adobe Media Encoder.

Passo 36- Ao Clicar em “Start Queue” o processo de exportação será iniciado e ao final do processo uma mensagem de conclusão apresentada. Após este processo, teremos uma seqüência de imagens no tamanho de 1920x1080 pixels de todos os frames do vídeo. Cada arquivo consome geralmente de 6 a 8 MB de espaço, portanto o local escolhido para o armazenamento dos frames deverá ser compatível com o tamanho do arquivo final, para que não haja interrupção do processo o que provocará o seu reinício. um filme em alta definição consome muito espaço de hardware, logo o aconselhável é se ter um HD externo para o armazenamento.

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS**  
**PRO-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS**  
**FLORESTAIS E AMBIENTAIS**

### **Tutorial - 3**

#### **Tutorial para correção do cabeçalho de metadados das imagens**

Este tutorial tem por objetivo aplicar correção no cabeçalho das imagens exportadas pelo adobe premiere CS4, esse processo é necessário para inserção dos metadados de tempo provenientes da gravação do vídeo.

Passo 1- As imagens exportadas com o Adobe Premiere CS4 não podem receber diretamente os metadados de posicionamento e hora pois os campos referentes a esses metadados estão fora de ordem, não seguindo a padronização. Para corrigi-los devemos fazer uso da suite de aplicativos gráficos chamada ImageMagick disponível em: <http://www.imagemagick.org/script/index.php>

Passo 2- Após baixar e instalar (assume-se que o ambiente utilizado seja o linux) a suite de aplicativos ImageMagick oferece vários programas, dentre eles o programa chamado Mogrify, este comando é destinado ao tratamento de várias imagens de uma só vez.

(A versão utilizada no trabalho foi a 6.6.0-3)

Passo 3- O Comando Mogrify pode ser usado diretamente com os arquivos de uma pasta porém, recomenda-se que o computador utilizado possua uma grande quantidade de memória pois ao processar vários arquivos de uma vez já que memória é rapidamente consumida desta forma. A sintaxe do comando utilizado desta forma é: mogrify -format tiff \*.tiff

Passo 4- Como uma segunda opção, mais eficiente, podemos diminuir o tempo de processamento além de reduzir a quantidade de memória utilizada delegando o gerência do processamento para um segundo aplicativo que se encarrega de executar o comando para cada imagem além de distribuir estes comandos para todos os processadores da

máquina utilizada, desta forma, quanto maior for a quantidade de processadores disponíveis menor será o tempo de processamento.

Passo 5- Para esta segunda forma utilizaremos o projeto prll disponível em: <http://prll.sourceforge.net/> Este projeto tem por finalidade facilitar o uso de instruções de paralelismo, onde mais de uma tarefa é executada por vez, uma em cada processador da máquina.

Passo 6- Após instala-lo no sistema, o mesmo pode ser chamado pelo comando “prll” no terminal do linux.

Passo 7- Para iniciar o processamento das imagens, certifique-se que estejam instalados a suite de aplicativos ImageMagick e o utilitário “prll”.

Passo 8- No terminal, acesse a pasta contendo as imagens a serem processadas.

Passo 9- Vamos primeiramente definir o comando utilizado para processar as imagens, para isso devemos digitar: `function myfn() { mogrify -flip $1 ; }` seguido de um enter, com isso estamos definindo uma função chamada myfn.

Passo 10- Devemos então dizer ao programa quantos processadores desejamos utilizar para realizar a tarefa, podemos fazer isso com o comando: “`export PRLN_NR_CPUS=3`” onde o número representa a quantidade de processadores a serem utilizados.

Passo 11- Finalmente, começaremos o processamento executando o comando: “`prll myfn *.tif`”

Passo 12- Ao longo do processo, serão exibidos vários avisos sobre todas as imagens processadas, estes avisos dizem respeito aos campos de meta-dados corrompidos ou fora de ordem presentes nas imagens.

Passo 13- Ao final do processo, devemos ter uma duplicata de cada imagem com a extensão .tiff , estes arquivos são os arquivos já corrigidos, os originais, .tif podem ser apagados, ao final do processo para liberar espaço em disco.

# UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS

## PRO-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO

### PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS E AMBIENTAIS

## Tutorial – 4 Criação da Lista de Comandos

Passos para criação do shell script para inserção automática dos metadados de tempo nos frames (quadros), com base nos metadados da gravação do filme.

Passo 1- Exportar os metadados com o programa DVMP Pro para um arquivo CSV.

Passo 2- Abrir o arquivo csv exportado com o OpenOffice Calc no sistema linux.

Passo 3- Na abertura, será apresentado um assistente de importação de dados do arquivo csv. A (figura 01) demonstra a tela a ser visualizada. Na parte interior deve-se selecionar a coluna que mostra a data e em tipo, selecionar DATA (D/M/Y) para que a coluna seja configurada como do tipo data, como mostra a (figura 02). As outras colunas podem permanecer inalteradas. Os dados importados na planilha podem ser vistos na (figura 03).

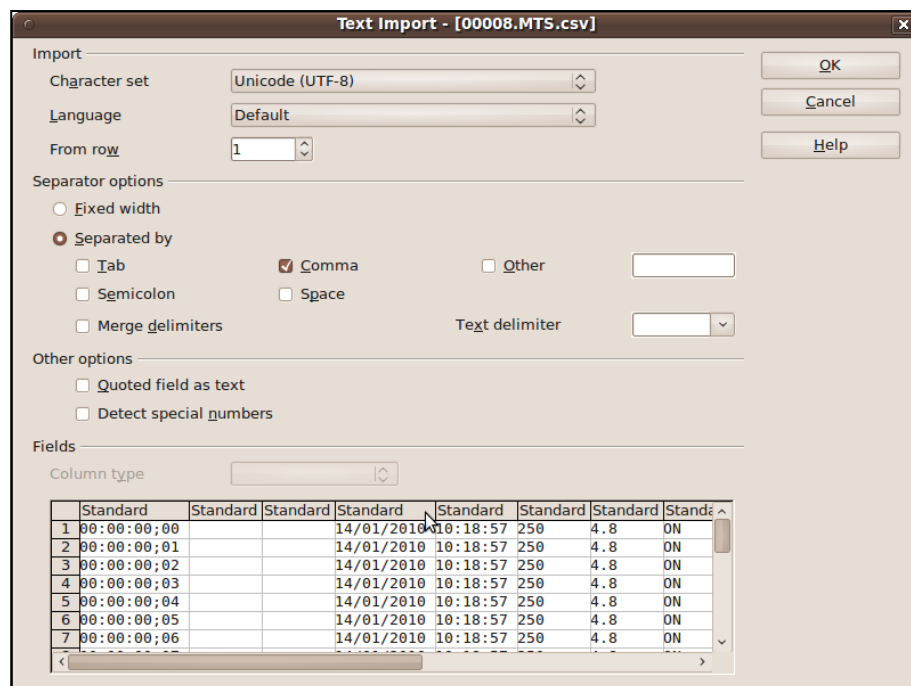


Fig. 01. Assistente de Importação de dados do OpenOffice.

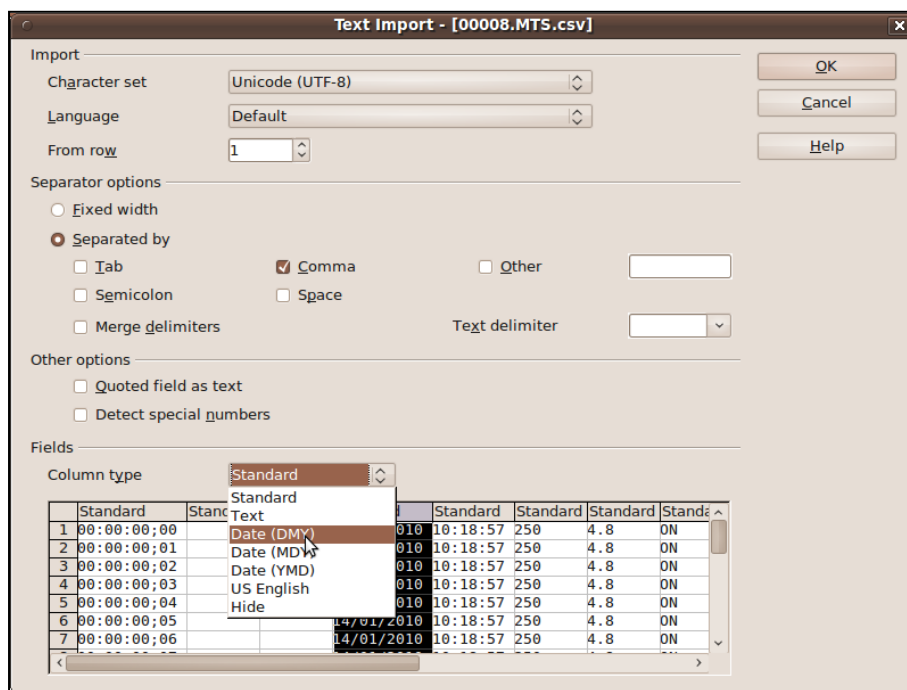


Fig. 02. Configuração do Tipo de Dados.

| A        | B          | C        | D       | E  | F      | G   | H | I | J | K | L | M | N | O | P | Q | R | S |
|----------|------------|----------|---------|----|--------|-----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 00:00:00 | 14/01/2010 | 10:18:57 | 250.4.8 | ON | 0.AUTO | AWB |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 00:00:01 | 14/01/2010 | 10:18:57 | 250.4.8 | ON | 0.AUTO | AWB |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 00:00:02 | 14/01/2010 | 10:18:57 | 250.4.8 | ON | 0.AUTO | AWB |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 00:00:03 | 14/01/2010 | 10:18:57 | 250.4.8 | ON | 0.AUTO | AWB |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 00:00:04 | 14/01/2010 | 10:18:57 | 250.4.8 | ON | 0.AUTO | AWB |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 00:00:05 | 14/01/2010 | 10:18:57 | 250.4.8 | ON | 0.AUTO | AWB |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 00:00:06 | 14/01/2010 | 10:18:57 | 250.4.8 | ON | 0.AUTO | AWB |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 00:00:07 | 14/01/2010 | 10:18:57 | 250.4.8 | ON | 0.AUTO | AWB |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 00:00:08 | 14/01/2010 | 10:18:57 | 250.4.8 | ON | 0.AUTO | AWB |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 00:00:09 | 14/01/2010 | 10:18:57 | 250.4.8 | ON | 0.AUTO | AWB |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 00:00:10 | 14/01/2010 | 10:18:57 | 250.4.8 | ON | 0.AUTO | AWB |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 00:00:11 | 14/01/2010 | 10:18:57 | 250.4.8 | ON | 0.AUTO | AWB |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 00:00:12 | 14/01/2010 | 10:18:57 | 250.4.8 | ON | 0.AUTO | AWB |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 00:00:13 | 14/01/2010 | 10:18:57 | 250.4.8 | ON | 0.AUTO | AWB |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 00:00:14 | 14/01/2010 | 10:18:57 | 250.4.8 | ON | 0.AUTO | AWB |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 00:00:15 | 14/01/2010 | 10:18:57 | 250.4.8 | ON | 0.AUTO | AWB |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 00:00:16 | 14/01/2010 | 10:18:57 | 250.4.8 | ON | 0.AUTO | AWB |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 00:00:17 | 14/01/2010 | 10:18:57 | 250.4.8 | ON | 0.AUTO | AWB |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 00:00:18 | 14/01/2010 | 10:18:57 | 250.4.8 | ON | 0.AUTO | AWB |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 00:00:19 | 14/01/2010 | 10:18:57 | 250.4.8 | ON | 0.AUTO | AWB |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 00:00:20 | 14/01/2010 | 10:18:57 | 250.4.8 | ON | 0.AUTO | AWB |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 00:00:21 | 14/01/2010 | 10:18:57 | 250.4.8 | ON | 0.AUTO | AWB |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 00:00:22 | 14/01/2010 | 10:18:57 | 250.4.8 | ON | 0.AUTO | AWB |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 00:00:23 | 14/01/2010 | 10:18:58 | 250.4.8 | ON | 0.AUTO | AWB |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 00:00:24 | 14/01/2010 | 10:18:58 | 250.4.8 | ON | 0.AUTO | AWB |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 00:00:25 | 14/01/2010 | 10:18:58 | 250.4.8 | ON | 0.AUTO | AWB |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 00:00:26 | 14/01/2010 | 10:18:58 | 250.4.8 | ON | 0.AUTO | AWB |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 00:00:27 | 14/01/2010 | 10:18:58 | 250.4.8 | ON | 0.AUTO | AWB |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 00:00:28 | 14/01/2010 | 10:18:58 | 250.4.8 | ON | 0.AUTO | AWB |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 00:00:29 | 14/01/2010 | 10:18:58 | 250.4.8 | ON | 0.AUTO | AWB |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 00:00:30 | 14/01/2010 | 10:18:58 | 250.4.8 | ON | 0.AUTO | AWB |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 00:00:31 | 14/01/2010 | 10:18:58 | 250.4.8 | ON | 0.AUTO | AWB |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 00:00:32 | 14/01/2010 | 10:18:58 | 250.4.8 | ON | 0.AUTO | AWB |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 00:00:33 | 14/01/2010 | 10:18:58 | 250.4.8 | ON | 0.AUTO | AWB |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 00:00:34 | 14/01/2010 | 10:18:58 | 250.4.8 | ON | 0.AUTO | AWB |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 00:00:35 | 14/01/2010 | 10:18:58 | 250.4.8 | ON | 0.AUTO | AWB |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 00:00:36 | 14/01/2010 | 10:18:58 | 250.4.8 | ON | 0.AUTO | AWB |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 00:00:37 | 14/01/2010 | 10:18:58 | 250.4.8 | ON | 0.AUTO | AWB |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 00:00:38 | 14/01/2010 | 10:18:58 | 250.4.8 | ON | 0.AUTO | AWB |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 00:00:39 | 14/01/2010 | 10:18:58 | 250.4.8 | ON | 0.AUTO | AWB |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |

Fig. 03. Dados Importados.

Passo 4- Após importar o documento devemos alterar a forma como a data é apresentada mudando os separadores com ":" ao invés de "/" e a apresentação no formato AAAA:MM:DD. Para isso, devemos selecionar a coluna que tem a data, com o botão direito clicar em formatar células (figura 04), na coluna categoria selecionar Data e abaixo, no formato de código colocar o tipo: AAAA:MM:DD ou YYYY:MM:DD (OpenOffice e sistemas em inglês), como vemos na (figura 05).

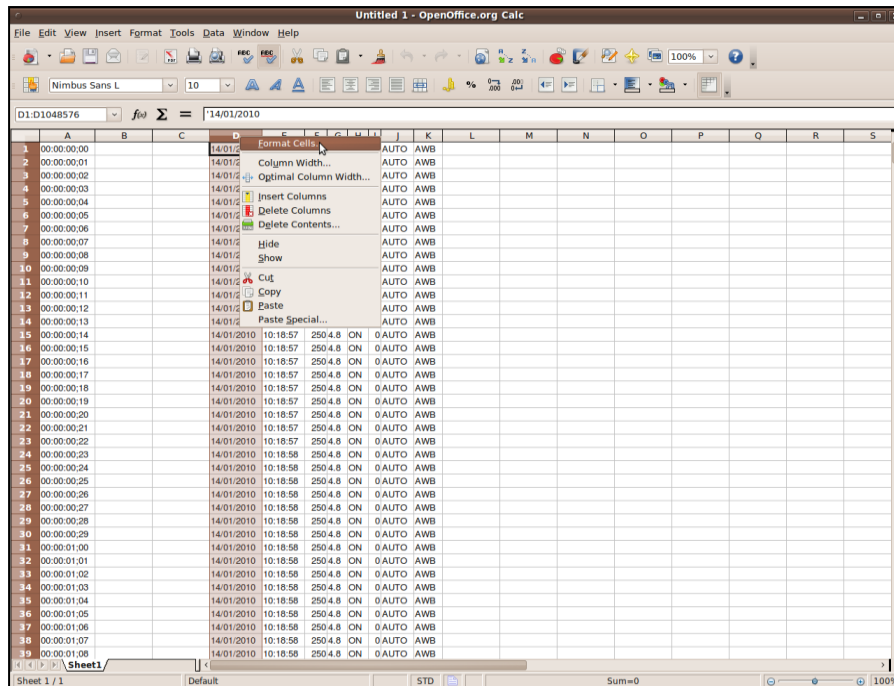


Fig. 04. Menu de formatação da Coluna

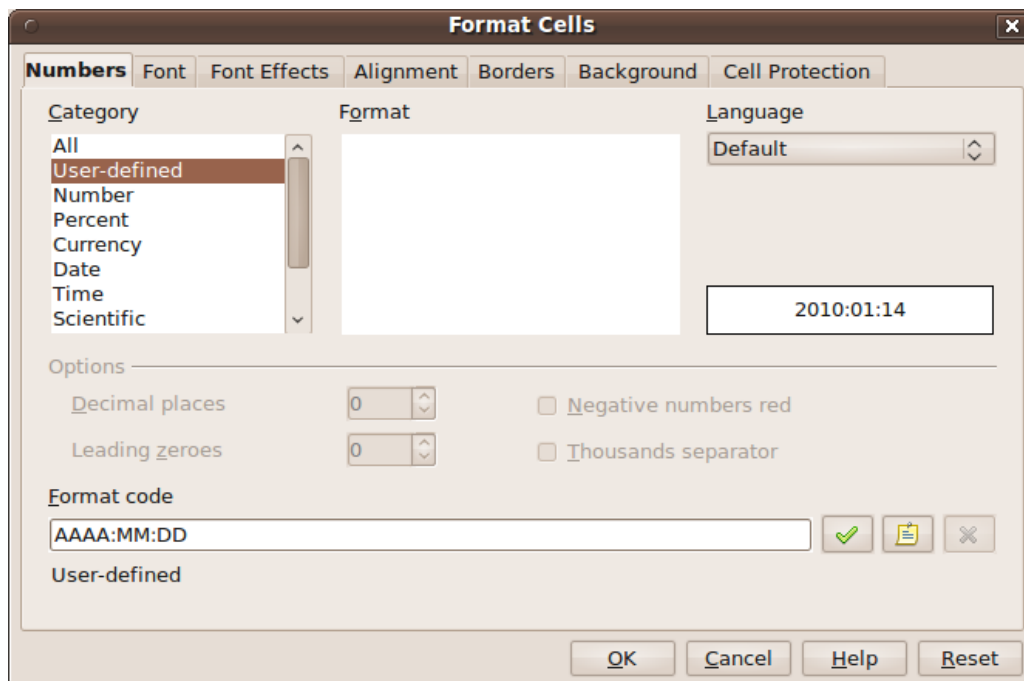


Fig. 05. Formatação da coluna de data.

Passo 5- Após isso devemos com a coluna data inteira selecionada e clicando com o botão direito selecionar copiar (copy), para copiar a coluna inteira, como mostra a (figura 06).

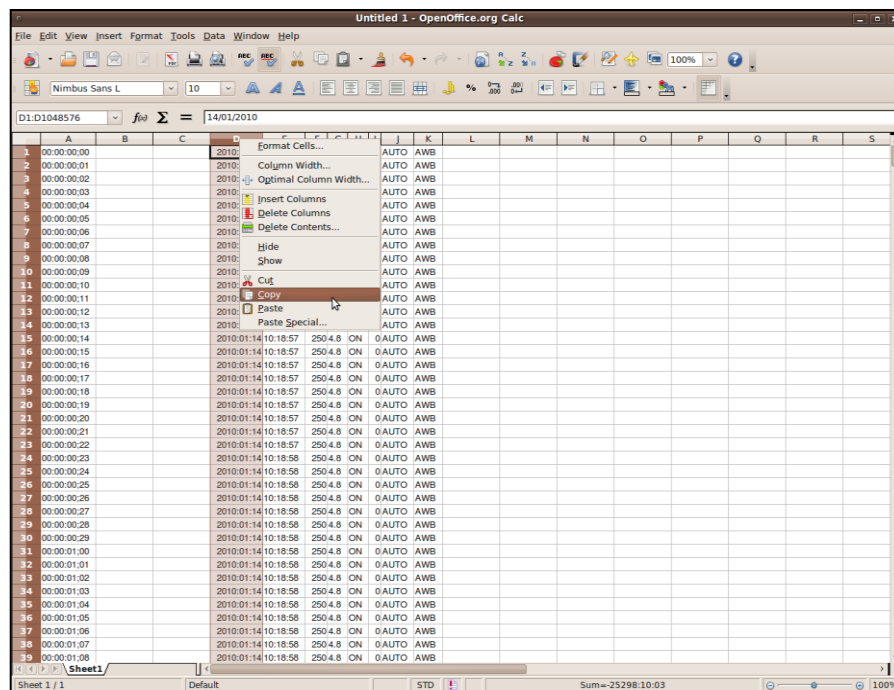


Fig. 06. Opção de cópia da coluna.

Passo 6- Em uma nova planilha devemos clicar na prima coluna, da primeira linha e colar o conteúdo copiado anteriormente, como mostrado na (figura 07 e 08).

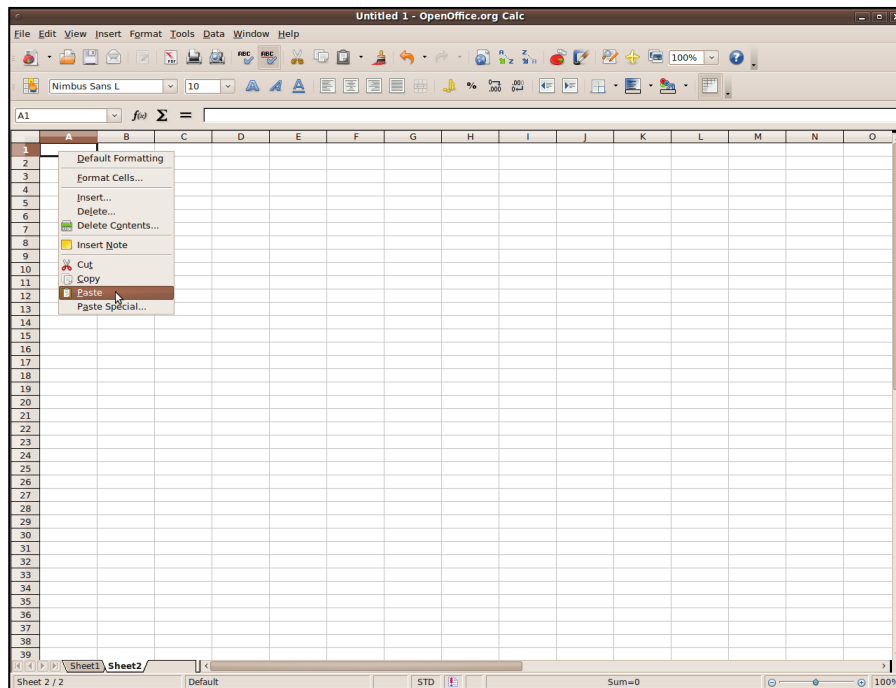


Fig. 07. Janela de nova planilha.

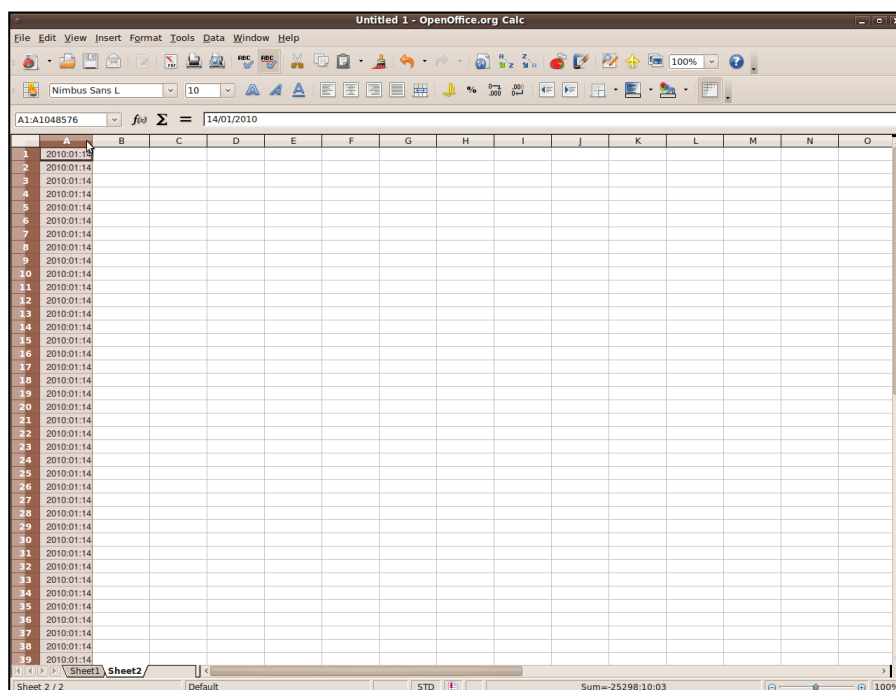


Fig. 08. Nova Planilha com os dados copiados.

Passo 7- Indo no menu arquivo e então salvar como, devemos salvar esta planilha atual que possui a coluna das datas como um arquivo CSV. Isto é feito para que as datas possam ser importadas novamente como texto, no formato correto, como visto na (figura 09).

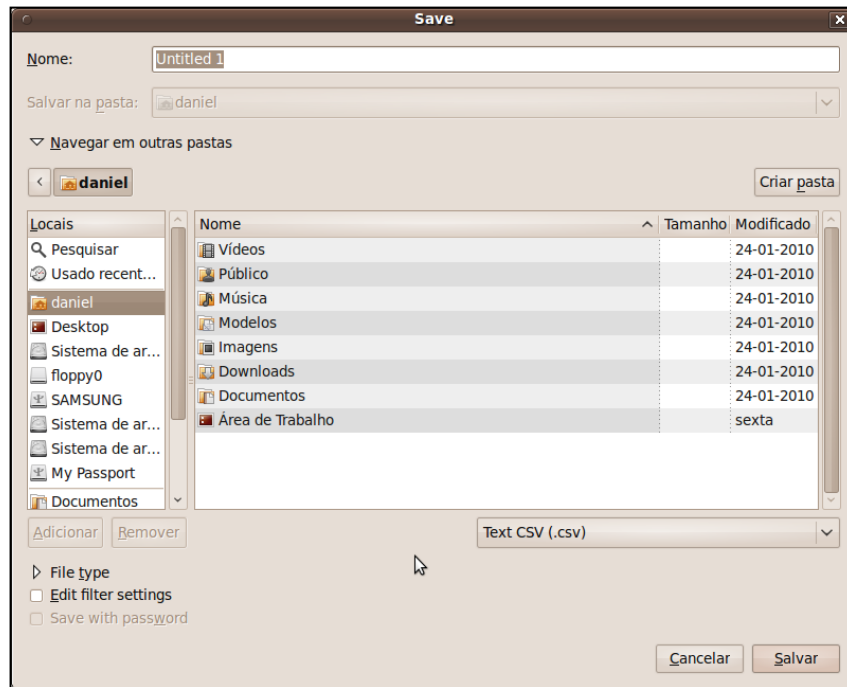


Fig. 09. Janela de opções para salvar arquivos.

Passo 8- O mesmo processo de 5 ao 7 deve ser feito para a coluna dos horários.

Passo 9- Numa nova planilha da planilha preencha a primeira coluna com exiftool na quantidade de linhas necessária para a quantidade de arquivos a ser processada e na segunda coluna com “-AllDates=' ” na mesma quantidade anterior.

Passo 10- Em seguida importaremos novamente as informações de data e hora que exportamos anteriormente. Para isso devemos ir no menu inserir e então em planilha de arquivo onde importaremos os dados dos arquivos csv de data e hora como visto na (figura 10).

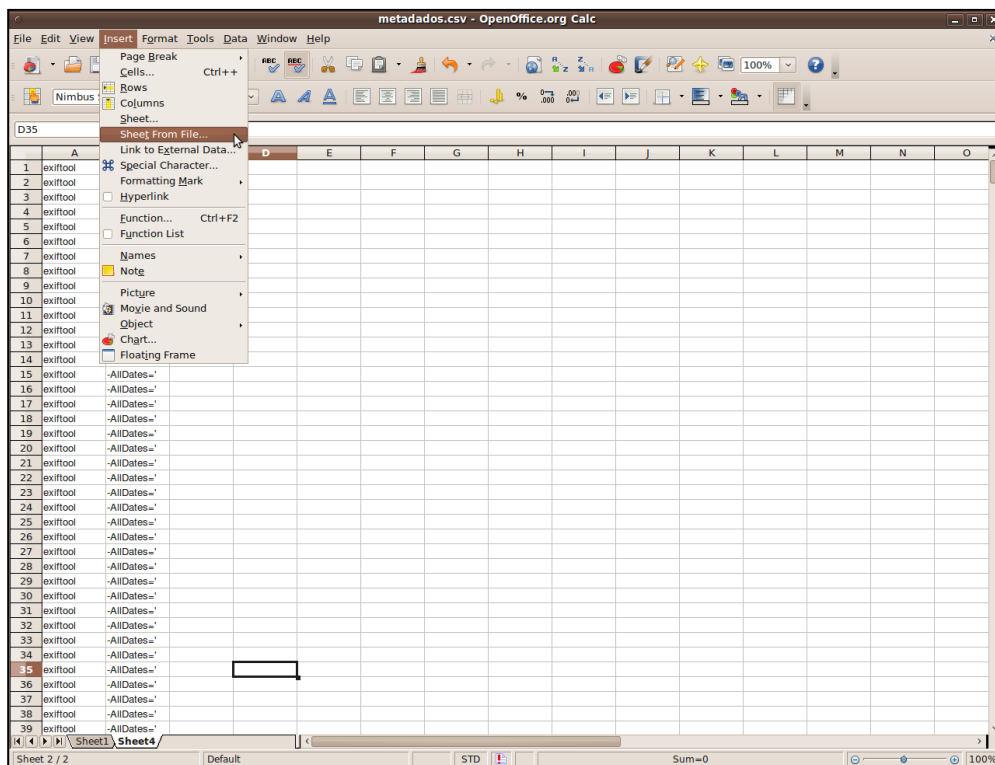


Fig. 10. Menu de importação de dados para a planilha atual.

Passo 11- Será solicitado que o usuário localize o arquivo csv exportado anteriormente, selecionaremos primeiro o arquivo que contém a Data. Na tela seguinte será solicitado que o usuário configure os parâmetros para importação, que neste caso podem ser deixados nas configurações padrão. Em seguida será solicitada a posição aonde a nova planilha será inserida na planilha (antes ou depois da atual) e se será criada uma nova planilha ou será utilizada a existente como visto na (figura 11).

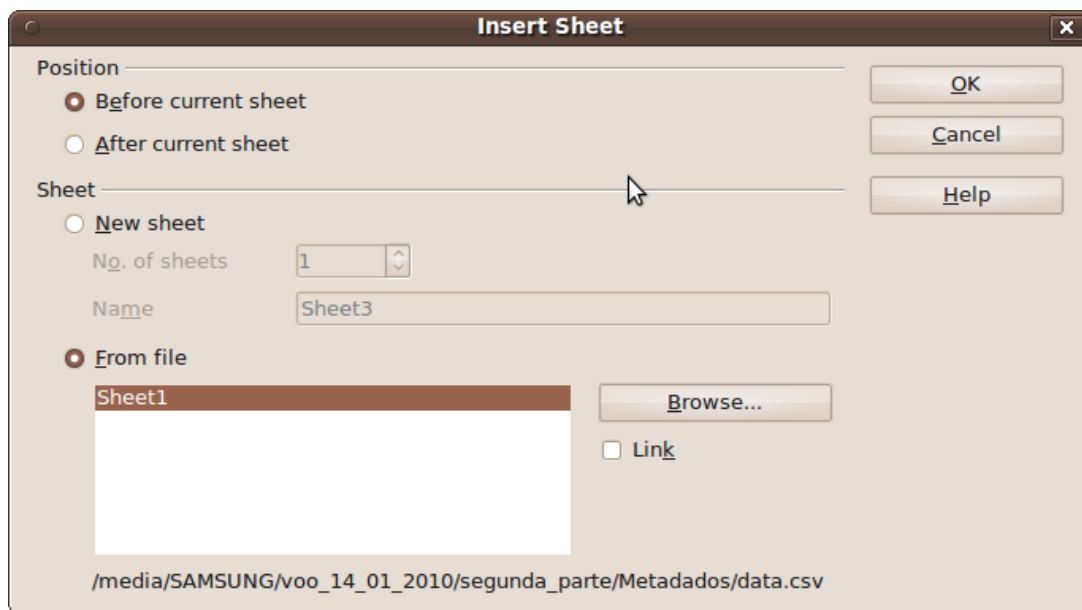


Fig. 11. Janela de parâmetros da planilha importada.

Passo 12- Selecione na primeira opção “after” (depois) e clique em OK. Uma nova planilha será criada com as datas importadas. Para terminar, devemos formatar o tipo de dados (como demonstrado no passo 4) e formatar o tipo de dados como texto como visto na (figura 12).

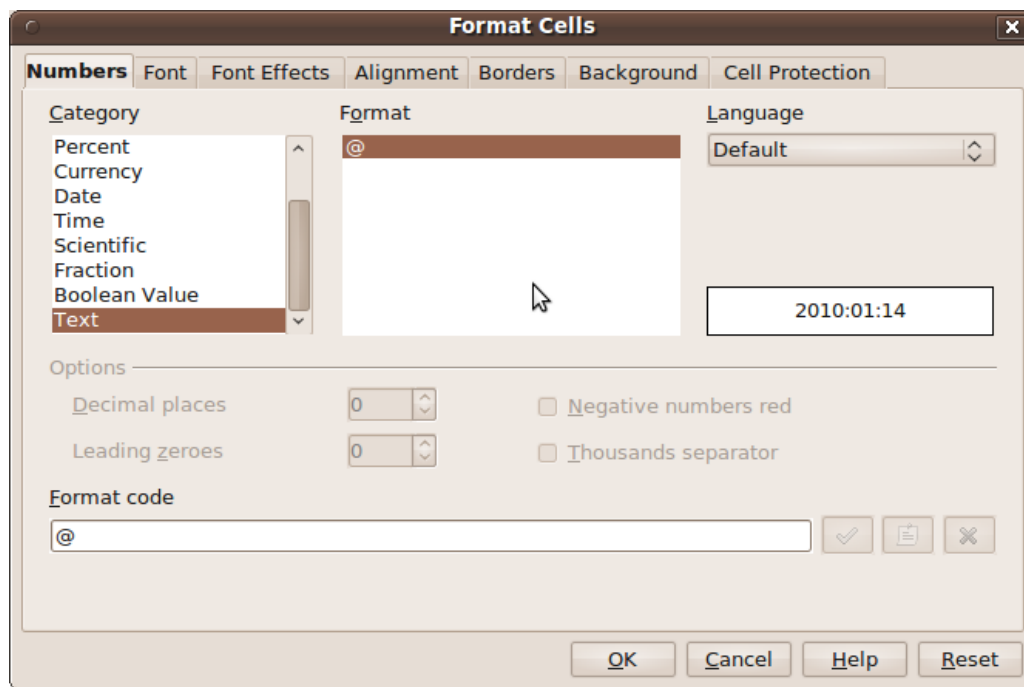


Fig. 12. Formatação do tipo de dados

Passo 13- Após formatar como texto, copiaremos a coluna inteira para a planilha anterior que possui as colunas exiftool e -AllDates=' obtendo uma planilha como visto na (figura 13).

|    | A        | B          | C          | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N | O |
|----|----------|------------|------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1  | exiftool | -AllDates= | 2010:01:14 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 2  | exiftool | -AllDates= | 2010:01:14 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 3  | exiftool | -AllDates= | 2010:01:14 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 4  | exiftool | -AllDates= | 2010:01:14 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 5  | exiftool | -AllDates= | 2010:01:14 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 6  | exiftool | -AllDates= | 2010:01:14 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 7  | exiftool | -AllDates= | 2010:01:14 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 8  | exiftool | -AllDates= | 2010:01:14 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 9  | exiftool | -AllDates= | 2010:01:14 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 10 | exiftool | -AllDates= | 2010:01:14 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 11 | exiftool | -AllDates= | 2010:01:14 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 12 | exiftool | -AllDates= | 2010:01:14 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 13 | exiftool | -AllDates= | 2010:01:14 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 14 | exiftool | -AllDates= | 2010:01:14 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 15 | exiftool | -AllDates= | 2010:01:14 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 16 | exiftool | -AllDates= | 2010:01:14 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 17 | exiftool | -AllDates= | 2010:01:14 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 18 | exiftool | -AllDates= | 2010:01:14 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 19 | exiftool | -AllDates= | 2010:01:14 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 20 | exiftool | -AllDates= | 2010:01:14 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 21 | exiftool | -AllDates= | 2010:01:14 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 22 | exiftool | -AllDates= | 2010:01:14 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 23 | exiftool | -AllDates= | 2010:01:14 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 24 | exiftool | -AllDates= | 2010:01:14 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 25 | exiftool | -AllDates= | 2010:01:14 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 26 | exiftool | -AllDates= | 2010:01:14 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 27 | exiftool | -AllDates= | 2010:01:14 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 28 | exiftool | -AllDates= | 2010:01:14 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 29 | exiftool | -AllDates= | 2010:01:14 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 30 | exiftool | -AllDates= | 2010:01:14 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 31 | exiftool | -AllDates= | 2010:01:14 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 32 | exiftool | -AllDates= | 2010:01:14 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 33 | exiftool | -AllDates= | 2010:01:14 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 34 | exiftool | -AllDates= | 2010:01:14 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 35 | exiftool | -AllDates= | 2010:01:14 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 36 | exiftool | -AllDates= | 2010:01:14 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 37 | exiftool | -AllDates= | 2010:01:14 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 38 | exiftool | -AllDates= | 2010:01:14 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 39 | exiftool | -AllDates= | 2010:01:14 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |

Fig. 13. Planilha resultante com as informações de data.

Passo 14- O mesmo processo deve ser feito para as informações de horário. Ao final, na planilha principal teremos quatro colunas como na (figura 14).

|    | A        | B          | C          | D        | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N | O |
|----|----------|------------|------------|----------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1  | exiftool | -AllDates- | 2010:01:14 | 11:18:57 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 2  | exiftool | -AllDates- | 2010:01:14 | 11:18:57 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 3  | exiftool | -AllDates- | 2010:01:14 | 11:18:57 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 4  | exiftool | -AllDates- | 2010:01:14 | 11:18:57 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 5  | exiftool | -AllDates- | 2010:01:14 | 11:18:57 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 6  | exiftool | -AllDates- | 2010:01:14 | 11:18:57 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 7  | exiftool | -AllDates- | 2010:01:14 | 11:18:57 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 8  | exiftool | -AllDates- | 2010:01:14 | 11:18:57 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 9  | exiftool | -AllDates- | 2010:01:14 | 11:18:57 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 10 | exiftool | -AllDates- | 2010:01:14 | 11:18:57 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 11 | exiftool | -AllDates- | 2010:01:14 | 11:18:57 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 12 | exiftool | -AllDates- | 2010:01:14 | 11:18:57 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 13 | exiftool | -AllDates- | 2010:01:14 | 11:18:57 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 14 | exiftool | -AllDates- | 2010:01:14 | 11:18:57 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 15 | exiftool | -AllDates- | 2010:01:14 | 11:18:57 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 16 | exiftool | -AllDates- | 2010:01:14 | 11:18:57 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 17 | exiftool | -AllDates- | 2010:01:14 | 11:18:57 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 18 | exiftool | -AllDates- | 2010:01:14 | 11:18:57 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 19 | exiftool | -AllDates- | 2010:01:14 | 11:18:57 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 20 | exiftool | -AllDates- | 2010:01:14 | 11:18:57 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 21 | exiftool | -AllDates- | 2010:01:14 | 11:18:57 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 22 | exiftool | -AllDates- | 2010:01:14 | 11:18:57 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 23 | exiftool | -AllDates- | 2010:01:14 | 11:18:57 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 24 | exiftool | -AllDates- | 2010:01:14 | 11:18:58 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 25 | exiftool | -AllDates- | 2010:01:14 | 11:18:58 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 26 | exiftool | -AllDates- | 2010:01:14 | 11:18:58 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 27 | exiftool | -AllDates- | 2010:01:14 | 11:18:58 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 28 | exiftool | -AllDates- | 2010:01:14 | 11:18:58 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 29 | exiftool | -AllDates- | 2010:01:14 | 11:18:58 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 30 | exiftool | -AllDates- | 2010:01:14 | 11:18:58 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 31 | exiftool | -AllDates- | 2010:01:14 | 11:18:58 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 32 | exiftool | -AllDates- | 2010:01:14 | 11:18:58 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 33 | exiftool | -AllDates- | 2010:01:14 | 11:18:58 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 34 | exiftool | -AllDates- | 2010:01:14 | 11:18:58 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 35 | exiftool | -AllDates- | 2010:01:14 | 11:18:58 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 36 | exiftool | -AllDates- | 2010:01:14 | 11:18:58 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 37 | exiftool | -AllDates- | 2010:01:14 | 11:18:58 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 38 | exiftool | -AllDates- | 2010:01:14 | 11:18:58 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 39 | exiftool | -AllDates- | 2010:01:14 | 11:18:58 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |

Fig. 14. Tabela com as informações de data e horário já presentes.

Passo 15- Na próxima coluna deveremos preenche-la toda com uma aspa simples a cada linha. Ao total teremos agora 5 colunas.

Passo 16- A ultima coluna deve ser a coluna com o nome dos arquivos de imagem .tif. Para preenche-la devemos, no linux, abrir o terminal, acessar a pasta aonde estão os arquivos e executar o comando: `ls > nome_do_arq.txt` Isso gerará um arquivo de texto com uma lista de todos os nomes de arquivos presentes na pasta.

Passo17- O arquivo de texto deve ser importado da mesma forma que arquivos csv. Antes e importar, porém, verifique o arquivo de texto gerado para que não contenha outras informações que não sejam os nomes dos arquivos tif como pode ser visto na (figura 15).

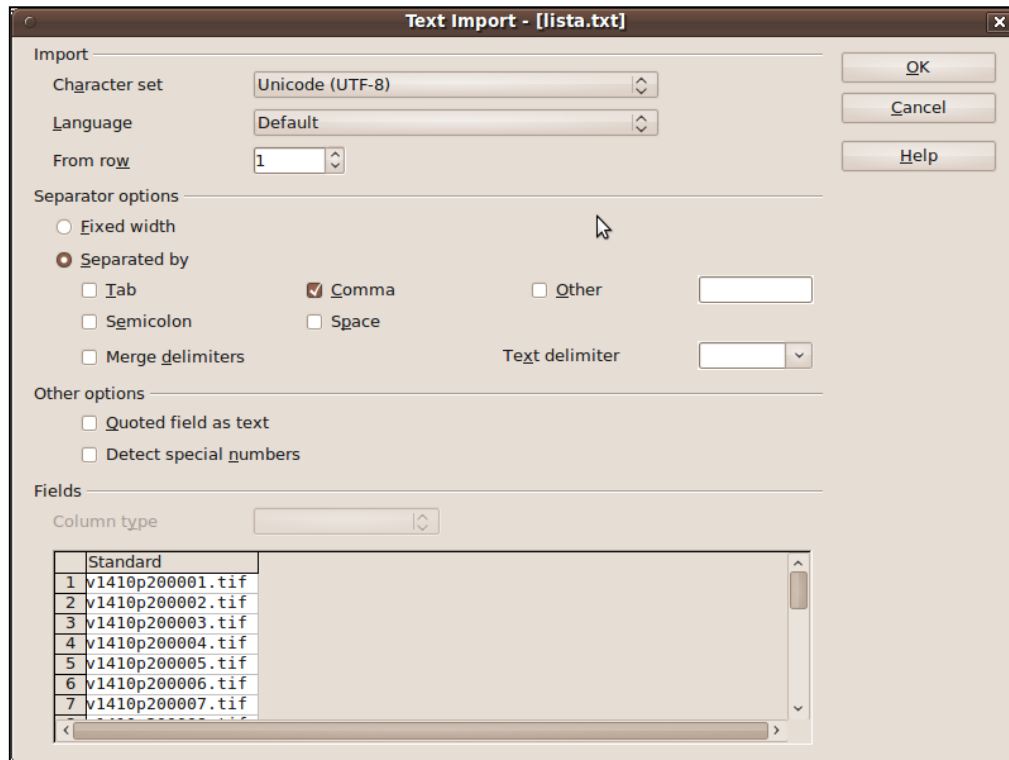


Fig. 15. Configuração de importação da lista de nomes de arquivo.

Passo 18- Copiando o conteúdo para planilha principal deveremos ter agora seis colunas, como mostra a (figura 16).

The screenshot shows a spreadsheet titled 'metadados.ods - OpenOffice.org Calc'. The spreadsheet has columns A through O. Columns A through F contain imported data, while columns G through O are empty. The data in columns A through F is as follows:

|    | A        | B          | C          | D        | E | F                |
|----|----------|------------|------------|----------|---|------------------|
| 1  | exiftool | -AllDates- | 2010:01:14 | 11:18:57 |   | v1410p200001.tif |
| 2  | exiftool | -AllDates- | 2010:01:14 | 11:18:57 |   | v1410p200002.tif |
| 3  | exiftool | -AllDates- | 2010:01:14 | 11:18:57 |   | v1410p200003.tif |
| 4  | exiftool | -AllDates- | 2010:01:14 | 11:18:57 |   | v1410p200004.tif |
| 5  | exiftool | -AllDates- | 2010:01:14 | 11:18:57 |   | v1410p200005.tif |
| 6  | exiftool | -AllDates- | 2010:01:14 | 11:18:57 |   | v1410p200006.tif |
| 7  | exiftool | -AllDates- | 2010:01:14 | 11:18:57 |   | v1410p200007.tif |
| 8  | exiftool | -AllDates- | 2010:01:14 | 11:18:57 |   | v1410p200008.tif |
| 9  | exiftool | -AllDates- | 2010:01:14 | 11:18:57 |   | v1410p200009.tif |
| 10 | exiftool | -AllDates- | 2010:01:14 | 11:18:57 |   | v1410p200010.tif |
| 11 | exiftool | -AllDates- | 2010:01:14 | 11:18:57 |   | v1410p200011.tif |
| 12 | exiftool | -AllDates- | 2010:01:14 | 11:18:57 |   | v1410p200012.tif |
| 13 | exiftool | -AllDates- | 2010:01:14 | 11:18:57 |   | v1410p200013.tif |
| 14 | exiftool | -AllDates- | 2010:01:14 | 11:18:57 |   | v1410p200014.tif |
| 15 | exiftool | -AllDates- | 2010:01:14 | 11:18:57 |   | v1410p200015.tif |
| 16 | exiftool | -AllDates- | 2010:01:14 | 11:18:57 |   | v1410p200016.tif |
| 17 | exiftool | -AllDates- | 2010:01:14 | 11:18:57 |   | v1410p200017.tif |
| 18 | exiftool | -AllDates- | 2010:01:14 | 11:18:57 |   | v1410p200018.tif |
| 19 | exiftool | -AllDates- | 2010:01:14 | 11:18:57 |   | v1410p200019.tif |
| 20 | exiftool | -AllDates- | 2010:01:14 | 11:18:57 |   | v1410p200020.tif |
| 21 | exiftool | -AllDates- | 2010:01:14 | 11:18:57 |   | v1410p200021.tif |
| 22 | exiftool | -AllDates- | 2010:01:14 | 11:18:57 |   | v1410p200022.tif |
| 23 | exiftool | -AllDates- | 2010:01:14 | 11:18:57 |   | v1410p200023.tif |
| 24 | exiftool | -AllDates- | 2010:01:14 | 11:18:58 |   | v1410p200024.tif |
| 25 | exiftool | -AllDates- | 2010:01:14 | 11:18:58 |   | v1410p200025.tif |
| 26 | exiftool | -AllDates- | 2010:01:14 | 11:18:58 |   | v1410p200026.tif |
| 27 | exiftool | -AllDates- | 2010:01:14 | 11:18:58 |   | v1410p200027.tif |
| 28 | exiftool | -AllDates- | 2010:01:14 | 11:18:58 |   | v1410p200028.tif |
| 29 | exiftool | -AllDates- | 2010:01:14 | 11:18:58 |   | v1410p200029.tif |
| 30 | exiftool | -AllDates- | 2010:01:14 | 11:18:58 |   | v1410p200030.tif |
| 31 | exiftool | -AllDates- | 2010:01:14 | 11:18:58 |   | v1410p200031.tif |
| 32 | exiftool | -AllDates- | 2010:01:14 | 11:18:58 |   | v1410p200032.tif |
| 33 | exiftool | -AllDates- | 2010:01:14 | 11:18:58 |   | v1410p200033.tif |
| 34 | exiftool | -AllDates- | 2010:01:14 | 11:18:58 |   | v1410p200034.tif |
| 35 | exiftool | -AllDates- | 2010:01:14 | 11:18:58 |   | v1410p200035.tif |
| 36 | exiftool | -AllDates- | 2010:01:14 | 11:18:58 |   | v1410p200036.tif |
| 37 | exiftool | -AllDates- | 2010:01:14 | 11:18:58 |   | v1410p200037.tif |
| 38 | exiftool | -AllDates- | 2010:01:14 | 11:18:58 |   | v1410p200038.tif |
| 39 | exiftool | -AllDates- | 2010:01:14 | 11:18:58 |   | v1410p200039.tif |

Fig. 16. Planilha principal com os nomes de arquivo importados.

Passo 19- Para gerar-mos o arquivo final precisamos juntar algumas das colunas, para isso crie uma nova planilha após a planilha atual clicando com o botão direito sobre a planilha atual e selecionando nova planilha (new sheet) como visto na (figura 17).

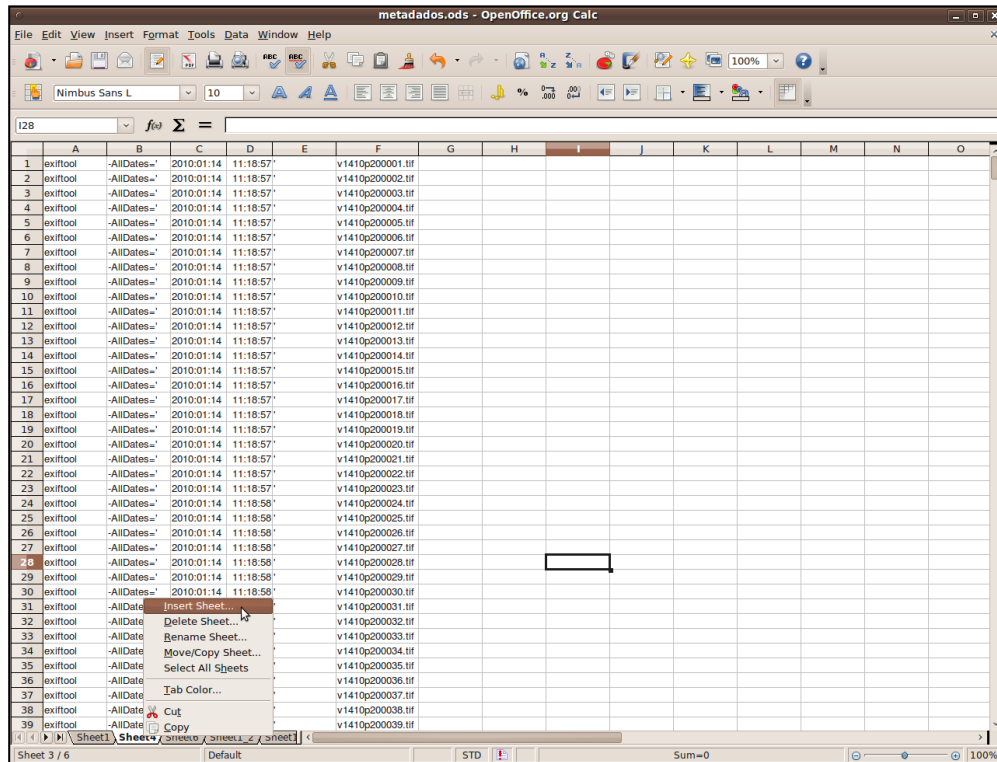


Fig. 17. Criação de nova planilha.

Passo 20- Copiaremos para esta nova planilha a primeira coluna. A segunda será uma junção da segunda e terceira coluna da planilha principal. Para juntar as duas colunas usaremos uma formula do tipo: =Sheet4.B19951 & Sheet4.C19951 onde Sheet4 descreve a planilha, B a coluna e 19951 a linha. Com isso estamos juntando nesta nova planilha a coluna B e C da planilha 4 e colocando o resultado na planilha atual, recém criada.

Passo 21- Dê enter e verifique o resultado da formula que deve ser algo do tipo: " - AllDates='2010:01:14". Se assim for, copie e replique a formula nas outras células da coluna. Recomenda-se começar pela ultima linha e copiar a formula para as linhas superiores. Ao final (figura 18)

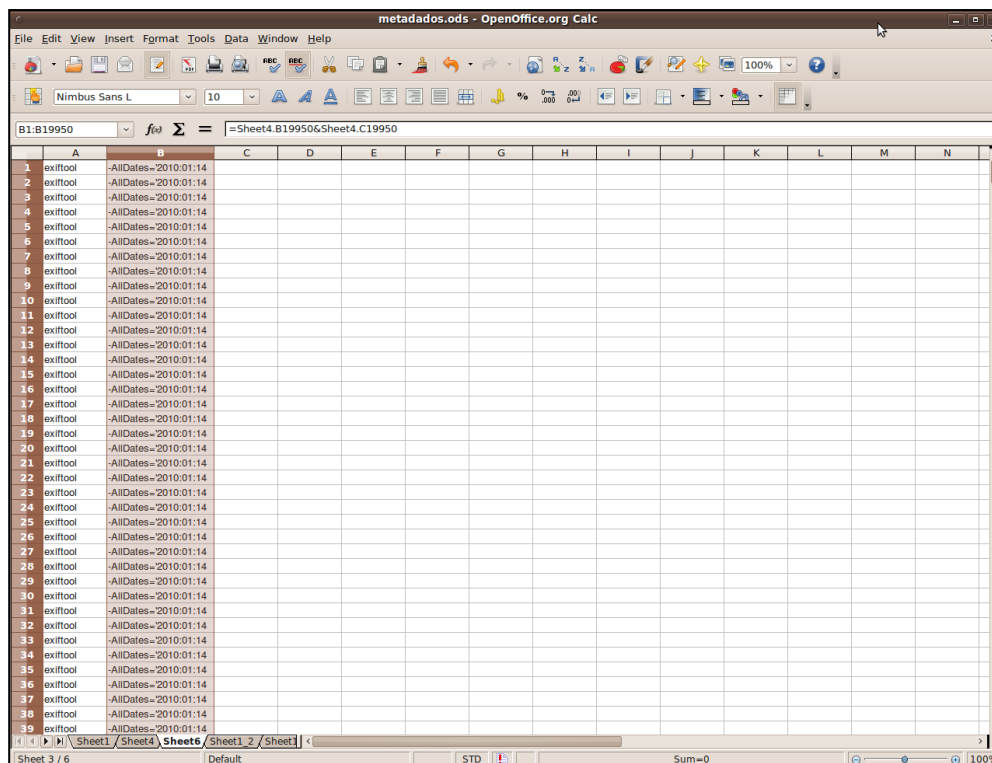


Fig. 18. Resultado da formula para união.

Passo 22- Faça o mesmo processo para as colunas de hora e apostrofe que devem ser juntadas ficando da seguinte forma: "11:30:02' ". Novamente, comece pela ultima linha e copie a formula nas linhas superiores.

Passo 23- Teremos agora 3 colunas, a primeira com o contendo exiftool, a segunda resultante da junção das colunas 2 e 3 e a terceira, resultante da junção das colunas 4 e 5. Cada linha da planilha deverá ter algo semelhante a: exiftool - AllDates='2010:01:1411:30:02'

Passo 24- Por fim, copie e cole a coluna com os nomes dos arquivos da planilha original anterior na na próxima coluna, da planilha atual. Ao final teremos em cada linha uma seqüência como em: exiftool -AllDates='2010:01:14 11:18:57'

v1410p200001.tif

Passo 25- Finalmente, salve a planilha atual com um arquivo de texto, para isso vá no menu arquivo, depois em salvar como, selecione o tipo como arquivo csv, dê um nome ao arquivo e marque a opção "Editar configurações de filtro (Edit Filter settings)" na janela vista na (figura 19). Uma janela perguntará se você deseja que o arquivo seja salvo no formato ods ou senão salvo no padrão escolhido, selecione a opção “keep format” para salvar em CSV.

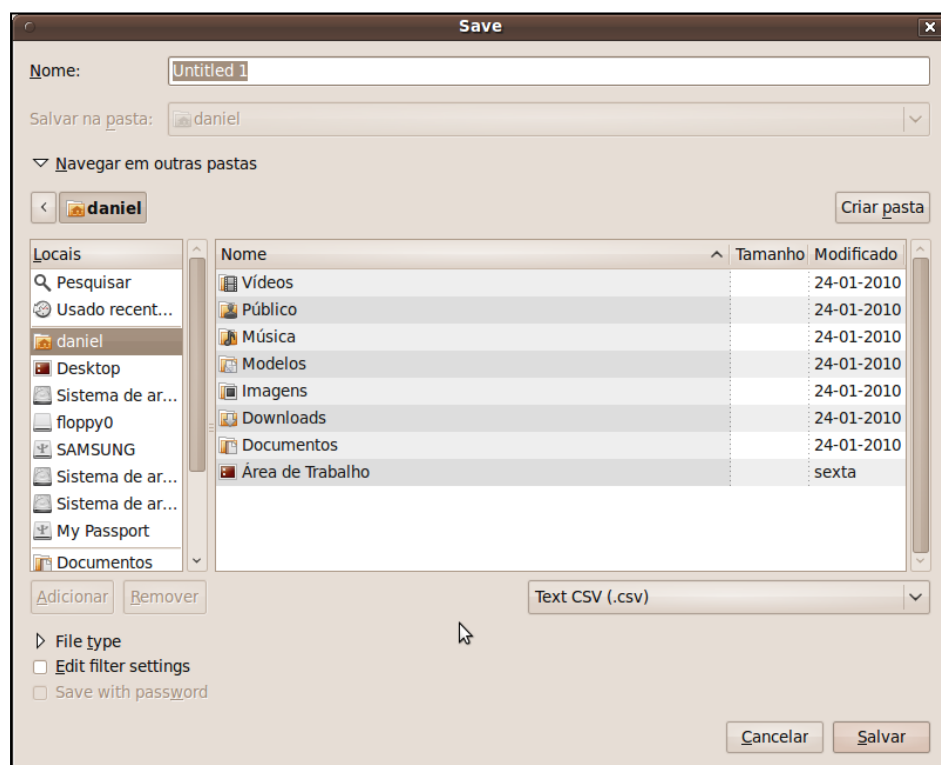


Fig. 19. Janela com opções de salvamento.

Passo 26- Uma janela de configurações de exportação de arquivos de texto se abrirá tal qual vista na (figura 20), em tipo de caractere selecione utf-8, em delimitador de campo (field delimiter), selecione {space} e em delimitador de texto (text delimiter), apague o conteúdo da caixa, deixando-o em branco. Clique em OK.

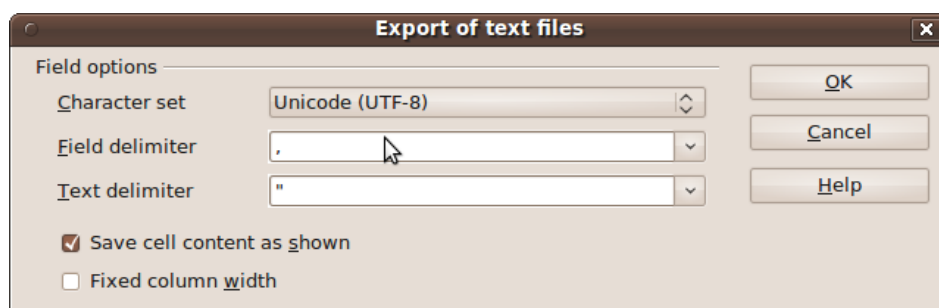


Fig. 20. Janela de configurações de exportação.

Passo 27- Um arquivo de texto será gerado contendo o conteúdo da planilha. Para transforma-lo em uma sequência de comandos, mude a extensão de csv para sh.

Passo 28- Em um editor de texto abra o arquivo e adicione no topo: `#!/bin/sh` tal como visto na **figura XX**.

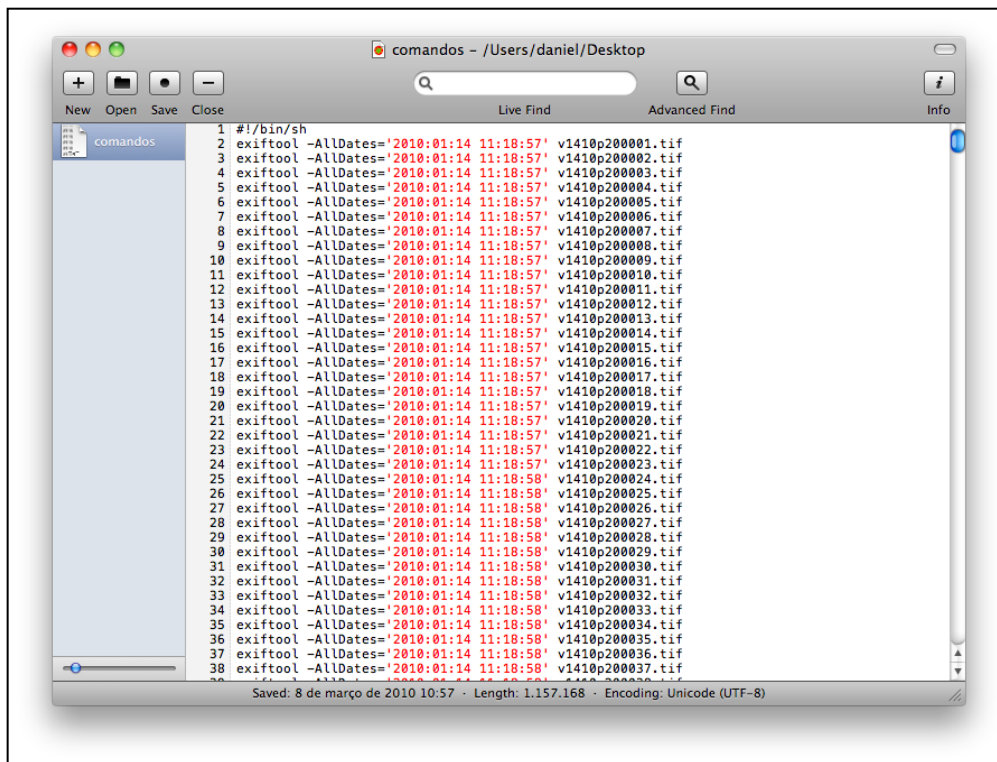


**Fig. XX.** Inclusão do comando “`#!/bin/sh`” no arquivo de saída final.

Passo 29- Copie o arquivo para o mesmo diretório das imagens e no terminal, na pasta das imagens, digite: `chmod +x nome_do_arquivo.sh`

Passo 30- Comece o processamento das imagens executando o script com “`./nome_do_arquivo.sh`”

Com esses trinta passos se conclui a lista de comandos para inserção dos metadados de tempo de forma automática nos frames (quadros) do filme .

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS**  
**PRO-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS**  
**FLORESTAIS E AMBIENTAIS**

**Tutorial – 5**                      Geocodificação de frame digital

Este tutorial tem por finalidade descrever os passos necessários para realizar a geocodificação de frames digitais. Inserção dos metadados do GPS (global position system), a frames digitais, estampando na imagem.

A geocodificação dos frames é possível a partir da aquisição das imagens por uma filmadora, combinando com o registro da posição geográfica utilizando um GPS, os equipamentos devem estar registrando o mesmo horário quando da aquisição das imagens e do ponto de GPS, a sincronia se dá pela leitura a partir de um software da hora exata dos registros, o registro da imagem e do ponto de GPS devem ter em comum o mesmo horário, datum e formato de coordenada, para que seja feita a sincronia.

Dica – Quanto mais próximo do tempo e do local forem os registros mais precisa será a localização geográfica na imagem.

São utilizados dois softwares no tratamento das informações, o primeiro para a captura dos dados do GPS para o computador, onde são armazenados na extensão DXT. em uma pasta no local escolhido pelo usuário e o segundo para a sincronia entre as informações do GPS e o registro fotográfico.

Vários são os softwares que podemos utilizar para o tratamento das informações, damos preferência a software livre ou gratuito (free of charge).

Para a transferência dos dados do GPS para o computador, utilizamos o software gratuito, GPS Trackmaker versão 13.5, disponível para download em [www.gpstm.com/port/](http://www.gpstm.com/port/). Além de possuir compatibilidade com os principais fabricantes de GPS possibilita exportar os dados no formato GPX que é utilizado pelos principais programas de georreferenciamento existentes.

Para o georreferenciamento em si foi utilizado o software livre GPicSync cujo código fonte e binários podem ser obtidos em <http://code.google.com/p/gpicsync/>. Sua facilidade de uso e bons resultados além da enorme base de usuários o tornou a escolha ideal.

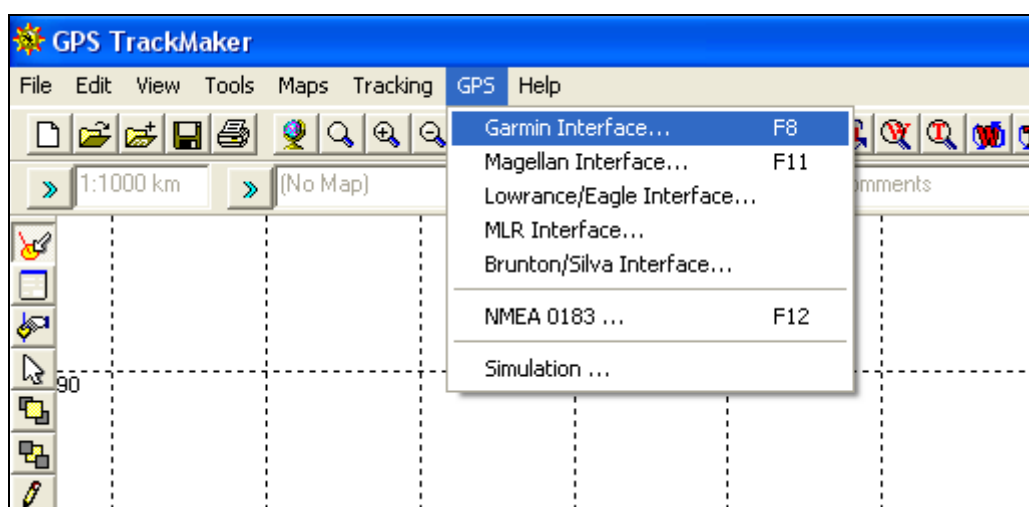
Para este tutorial assume-se que os programas mencionados estão devidamente instalados e tanto o filme quanto os pontos de GPS foram capturados previamente e para as demonstrações utilizou-se um GPS map 76 CSx Gamin.

A sequência adotada será a seguinte:

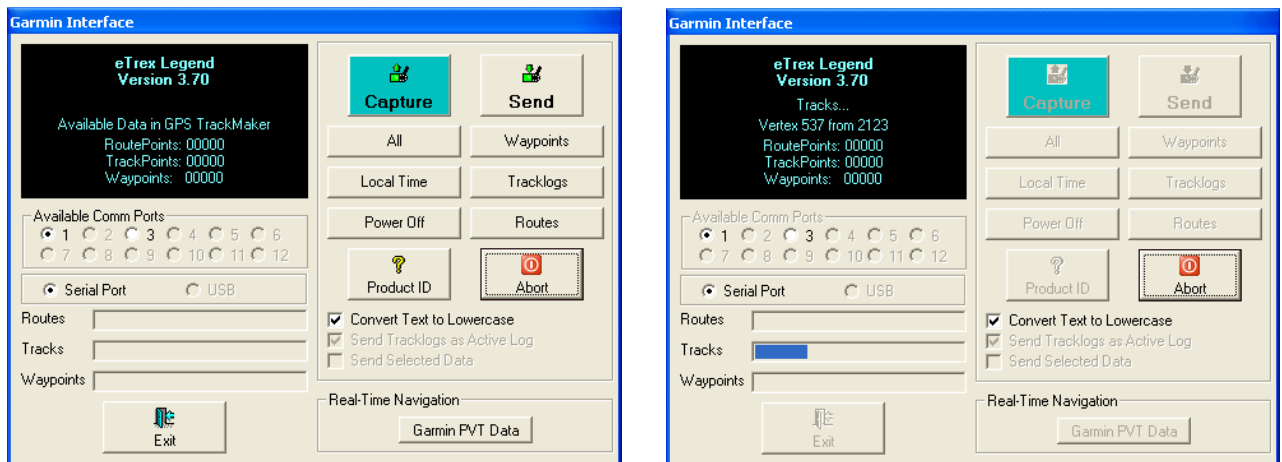
- a) Obtenção dos dados de trilhas armazenados no GPS.
- b) Georreferenciamento das imagens
- c) Visualização dos resultados.

a) Obtenção dos dados de trilhas armazenados no GPS

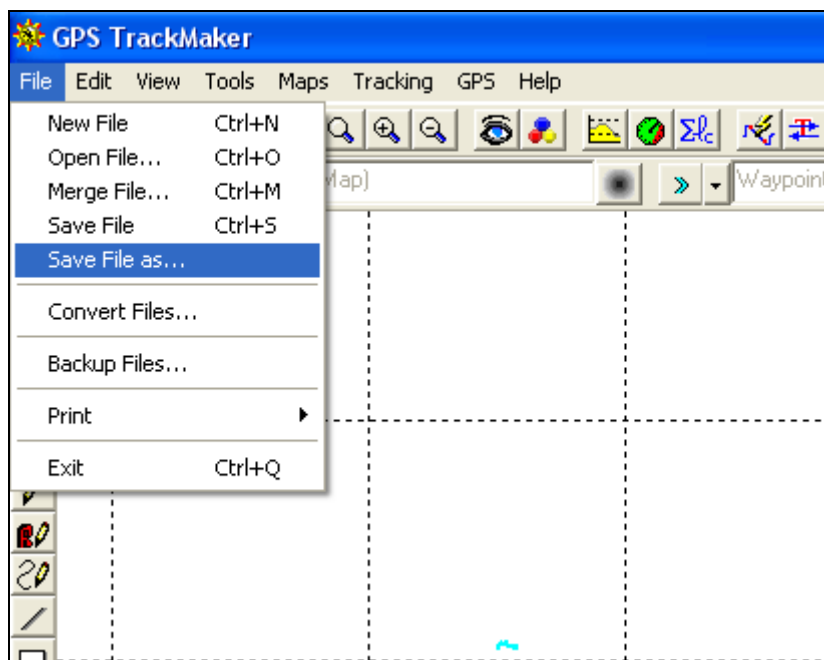
1. Passo - Conectar o GPS ao computador utilizando cabo USB ou serial de acordo com a tecnologia do GPS;
2. Passo – Abrir o programa TrackMaker, clicar em GPS na barra de menu, e então selecionar Garmin Interface (ou o equivalente, de acordo com o GPS utilizado) no menu.

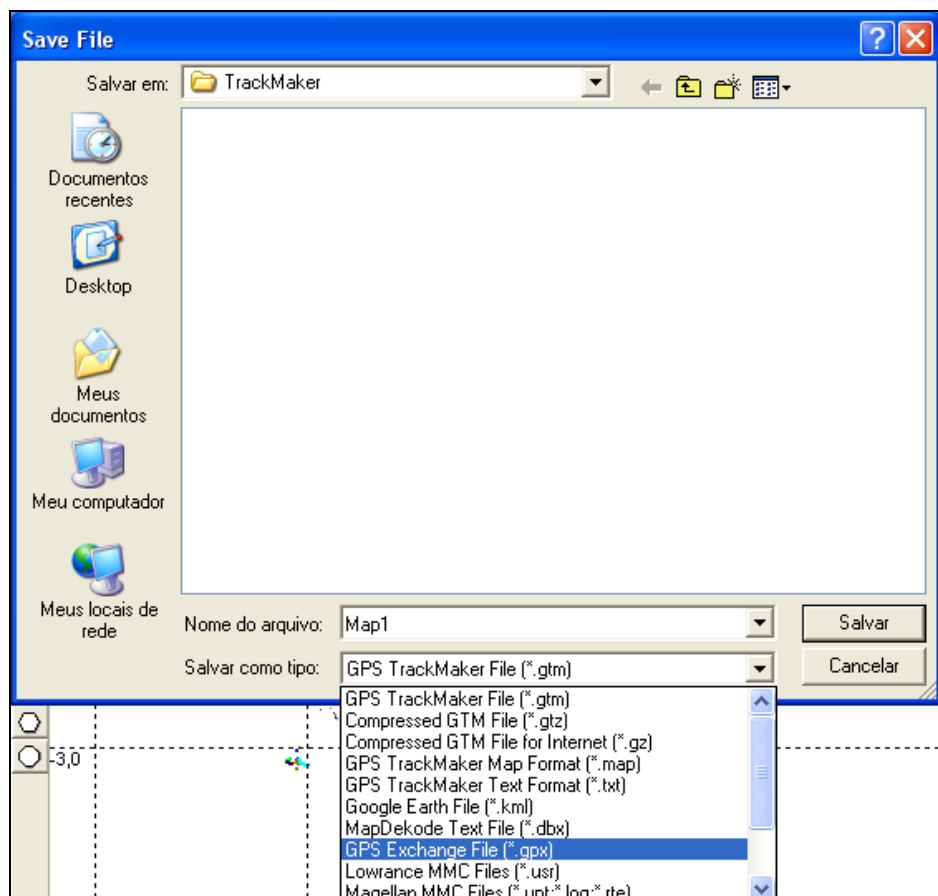


3. Passo – Abrir janela Garmin Interface, esperar reconhecer o GPS e clicar no botão Product ID, logo depois em tracklogs e esperar baixar os dados do GPS. Click em exit para sair do Garmin Interface

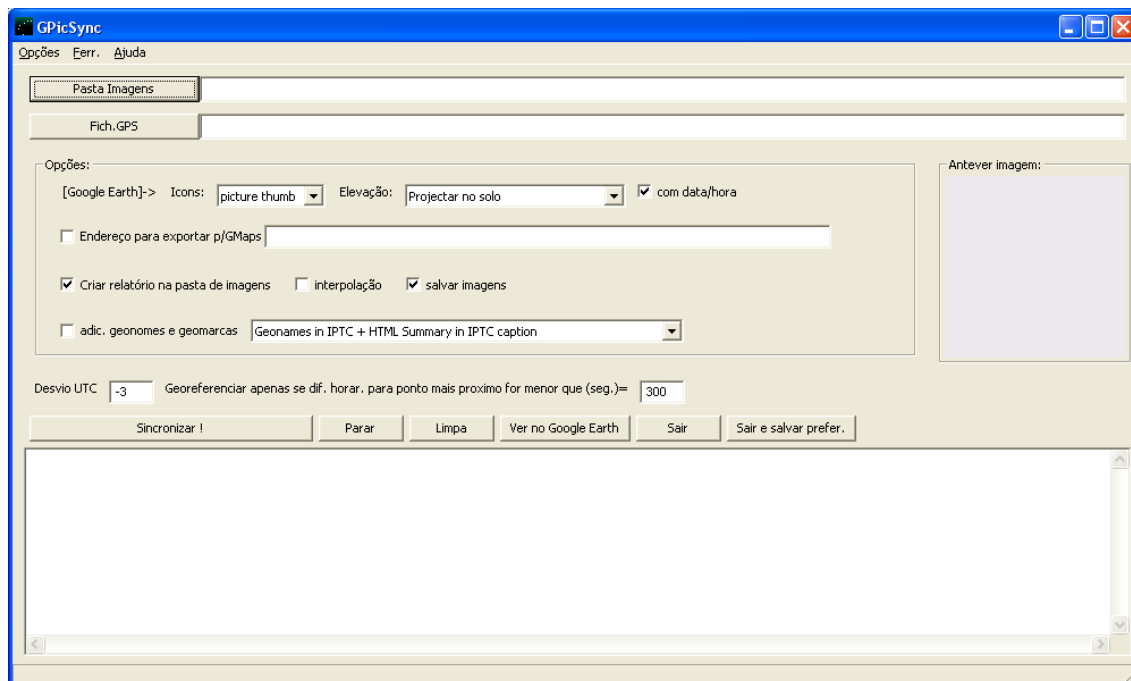


4. Passo – Salvar o arquivo com a extensão GPX.



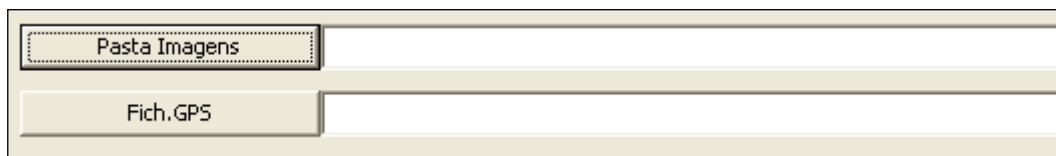


b) Georreferenciar imagens com o GPicSync.



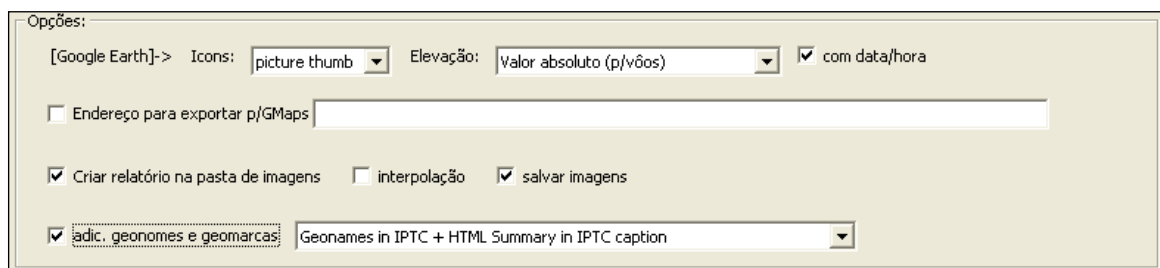
1. Passo - Ao abrir o programa será mostrado a seguinte interface:

2. Passo - Inicialmente devemos inserir a pasta contendo as imagens e o arquivo .gpx com as informações de coordenadas do gps. Isto é feito pelos campos, “Pasta Imagens” e “Fich.GPS”. O primeiro serve para selecionarmos a pasta contendo as imagens a serem georreferenciadas e o segundo para selecionarmos

A screenshot of a software interface with two input fields. The first field is labeled 'Pasta Imagens' and the second is labeled 'Fich.GPS'. Both fields are empty and have a light beige background with a thin border.

o arquivo GPX.

3. Passo - Selecionados os arquivos, devemos então configurar algumas opções do

A screenshot of a dialog box titled 'Opções:'. It contains several settings: '[Google Earth]->' is selected; 'Icons:' is set to 'picture thumb'; 'Elevação:' is set to 'Valor absoluto (p/vôos)'; 'com data/hora' is checked; 'Endereço para exportar p/GMaps' is unchecked and has an empty text field; 'Criar relatório na pasta de imagens' is checked; 'interpolação' is unchecked; 'salvar imagens' is checked; 'Adic. geonomes e geomarcas' is checked; and a dropdown menu is set to 'Geonames in IPTC + HTML Summary in IPTC caption'.

4. Programa na seção opções:

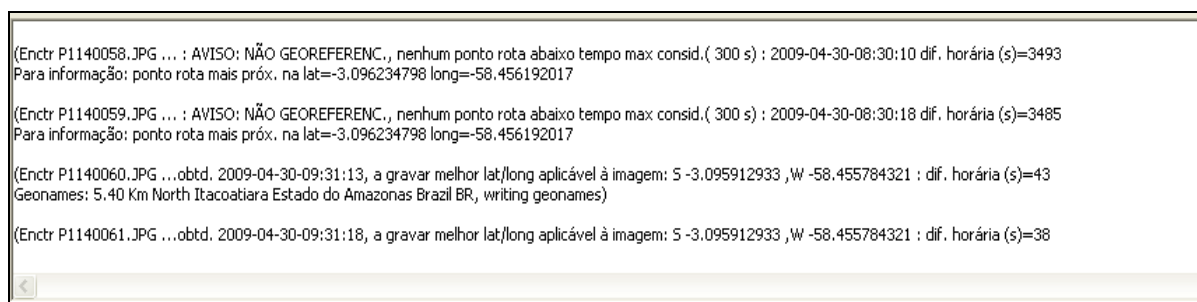
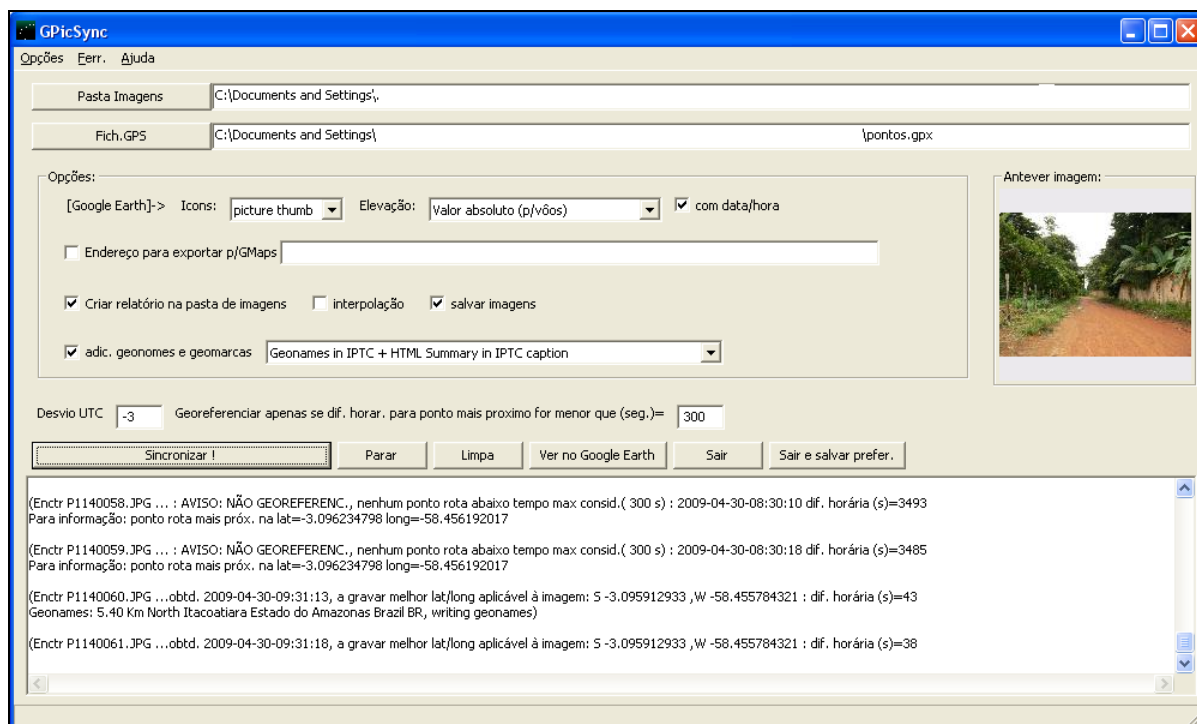
As opções relevantes são:

- Elevação: Controla se serão inseridos ou não os dados de elevação nas imagens. Por padrão o valor de elevação é desconsiderado. Para incluí-lo nas informações da imagem selecione uma das opções do menu.
- Com data/hora: Habilita ou não as informações de data e hora do valor de elevação.
- Criar relatório na pasta de imagens : Esta opção cria um arquivo de log na pasta das imagens contendo todas as informações apresentadas pelo programa durante o processamento das imagens.
- Salvar imagens: Salva os dados nas imagens
- Adic. geonomes e geomarcas: Recurso interessante que consulta um banco de dados de nomes para localizações e o adiciona na imagem. (Requer conexão a internet e pode não ser muito preciso)

5. Passo - Com as opções escolhidas deve-se dizer as informações sobre fuso horário e o limite máximo, em segundos, entre o horário da imagem e o horário do ponto mais próximo. Estes dois itens são importantíssimos para o georreferenciamento automático ser feito de forma apropriada. O primeiro serve para configurar o fuso horário em relação ao UTC em que se encontram as imagens e os pontos coletados pelo GPS. A maioria dos GPS tem seu relógio interno corrigido pelas informações enviadas pelos satélites com o qual ele se comunica. Essas informações configuram o GPS para UTC (Universal Time, Coordinated) que é o fuso horário de referência a partir do qual se calculam todas as outras zonas horárias do mundo. Cabe então ao GPS aplicar a redução ou incremento de fuso horário para obter o horário local. As imagens da mesma forma recebem uma marca de horário quando são capturadas, ambos, dados de GPS e imagens precisam estar configurados para o mesmo fuso horário se não as diferenças de tempo entre os pontos e o horário das imagens será maior que o limite e as imagens não receberão as informações de posicionamento. Este limite é configurado no campo ao lado e deve ser escolhido de acordo com a precisão que se queira obter.

|                                              |                                 |                                                                                    |                                      |                                                    |                                     |                                                      |
|----------------------------------------------|---------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|----------------------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------------------------|
| Desvio UTC                                   | <input type="text" value="-3"/> | Georeferenciar apenas se dif. horar. para ponto mais proximo for menor que (seg.)= | <input type="text" value="300"/>     |                                                    |                                     |                                                      |
| <input type="button" value="Sincronizar !"/> |                                 | <input type="button" value="Parar"/>                                               | <input type="button" value="Limpa"/> | <input type="button" value="Ver no Google Earth"/> | <input type="button" value="Sair"/> | <input type="button" value="Sair e salvar prefer."/> |

6. Passo - Após o termino das configurações basta clicar em “Sincronizar !” para fazer o georreferenciamento das imagens. Durante o processo será apresentada a direita do programa a imagem atual sendo processada e abaixo, um registro do resultado do processamento de cada imagem. Há dois tipos de resultados: Os que informam “AVISO: NÃO GEOREFERENC, nenhum ponto rota abaixo tempo max consid.( 300 s)” e “obtd. 2009-04-30-10:04:34, a gravar melhor lat/long aplicável à imagem: S -3.124558926 ,W -58.450591564 : dif. horária (s)=22”. O primeiro é mostrado para imagens cuja diferença horária para o ponto mais próximo é maior que o limite estipulado, e a segunda, para imagens que conseguiram ser georreferenciadas corretamente, onde é indicado latitude e a longitude do ponto, associado à imagem, e a diferença horária.



7. Passo - Ao final do processamento, é criada uma pasta de backup dos arquivos originais dentro da pasta de imagens selecionada anteriormente. Além disso, são salvos arquivos com as informações da trilha e um arquivo com o resultado do processamento de todas as imagens.

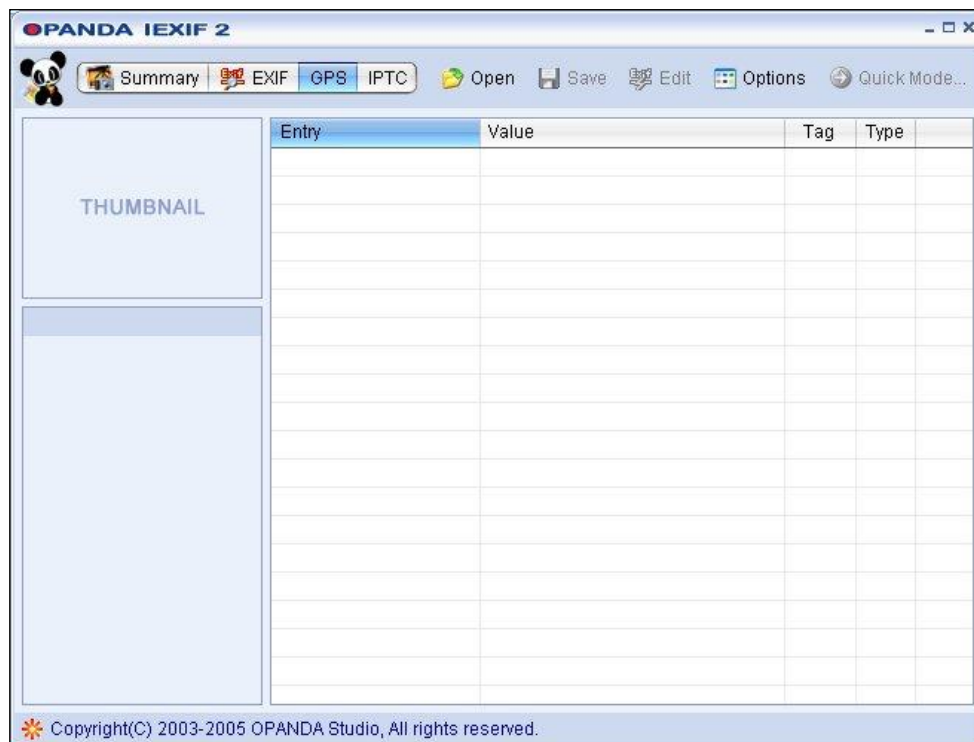
#### c) Visualização dos resultados

As imagens georreferenciadas podem ser visualizadas de duas formas:

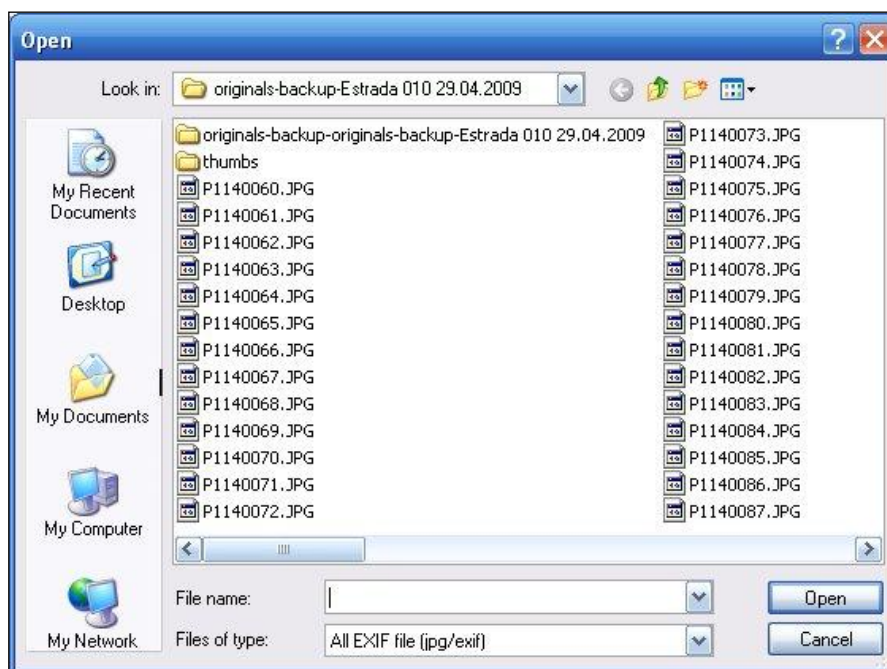
- Através de programas que lêem as informações de posicionamento contidas na imagem.

Após o Georreferenciamento das imagens pelo programa CPicSync, as informações de posicionamento ficam armazenadas na própria imagem, numa parte chamada EXIF. EXIF ou Exchangeable image file format é uma especificação seguida por fabricantes de câmeras digitais que gravam informações sobre as condições técnicas de captura da imagem junto ao arquivo da imagem propriamente dita na forma de metadados etiquetados. Alguns dos

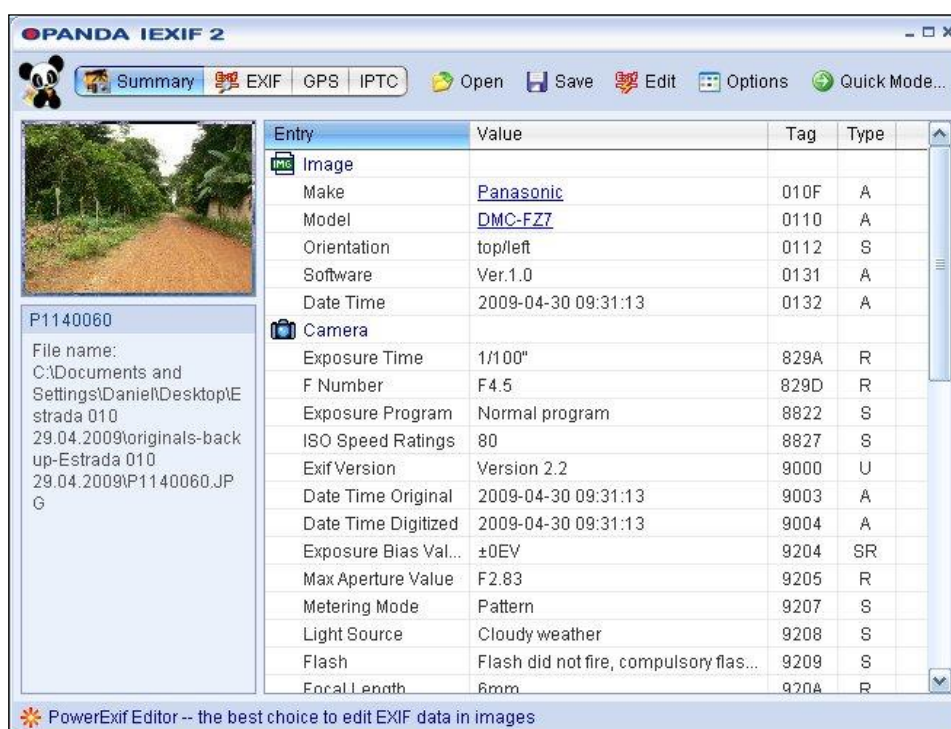
1. Passo - Ao abrir o programa será vista a seguinte interface



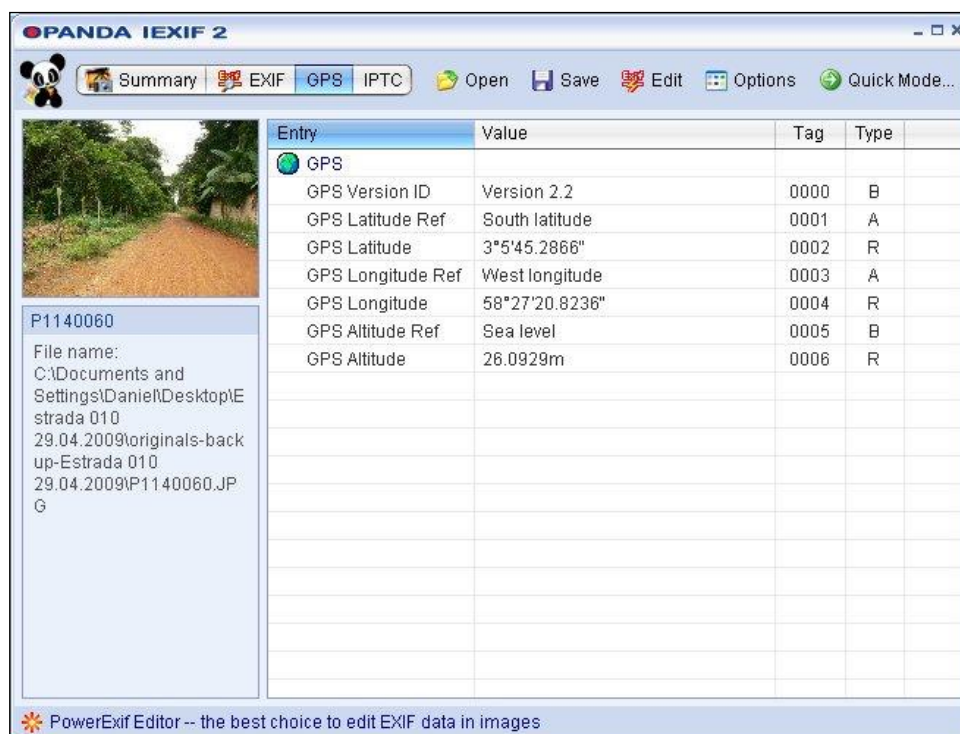
2. Passo - Ao clicar em Open, apresentada uma janela para que o usuário possa procurar a imagem já georreferenciada que deseja visualizar.



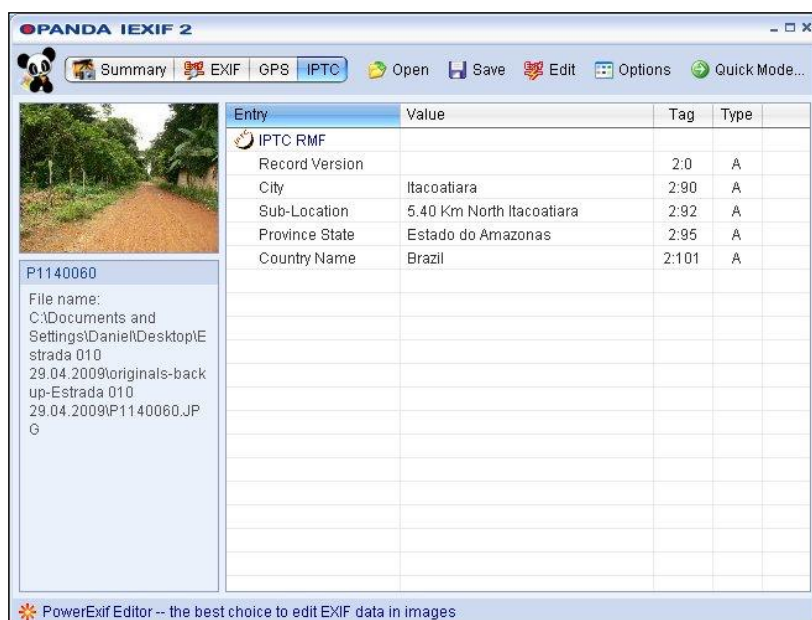
3. Passo - Ao abrir a imagem serão apresentadas informações sobre a câmera e as condições de quando foi tirada a foto.



4. Passo - Para visualizar as informações do GPS, basta clicar no botão GPS ao lado esquerdo de Open. Nesta tela serão mostradas as informações do georreferenciamento da imagem.



5. Passo - Se a opção adicionar geonomes e geomarcas tiver sido habilitada no momento do georreferenciamento no GPicSync, informações como o nome do lugar aonde foi tirada a foto, serão inseridas também nos metadados da imagem. Para visualizar estas informações basta clicar em IPTC.

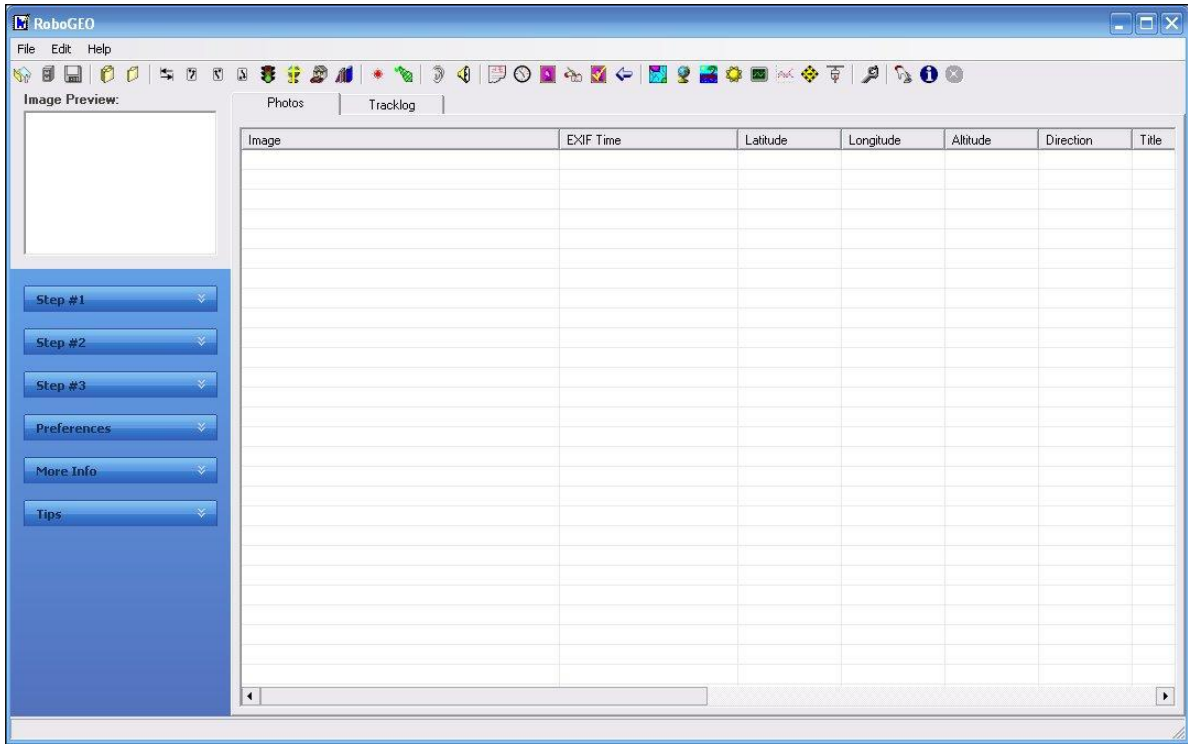


Diretamente em visualizadores de imagens simples, mas adicionando as informações de georreferenciamento a imagem em si.

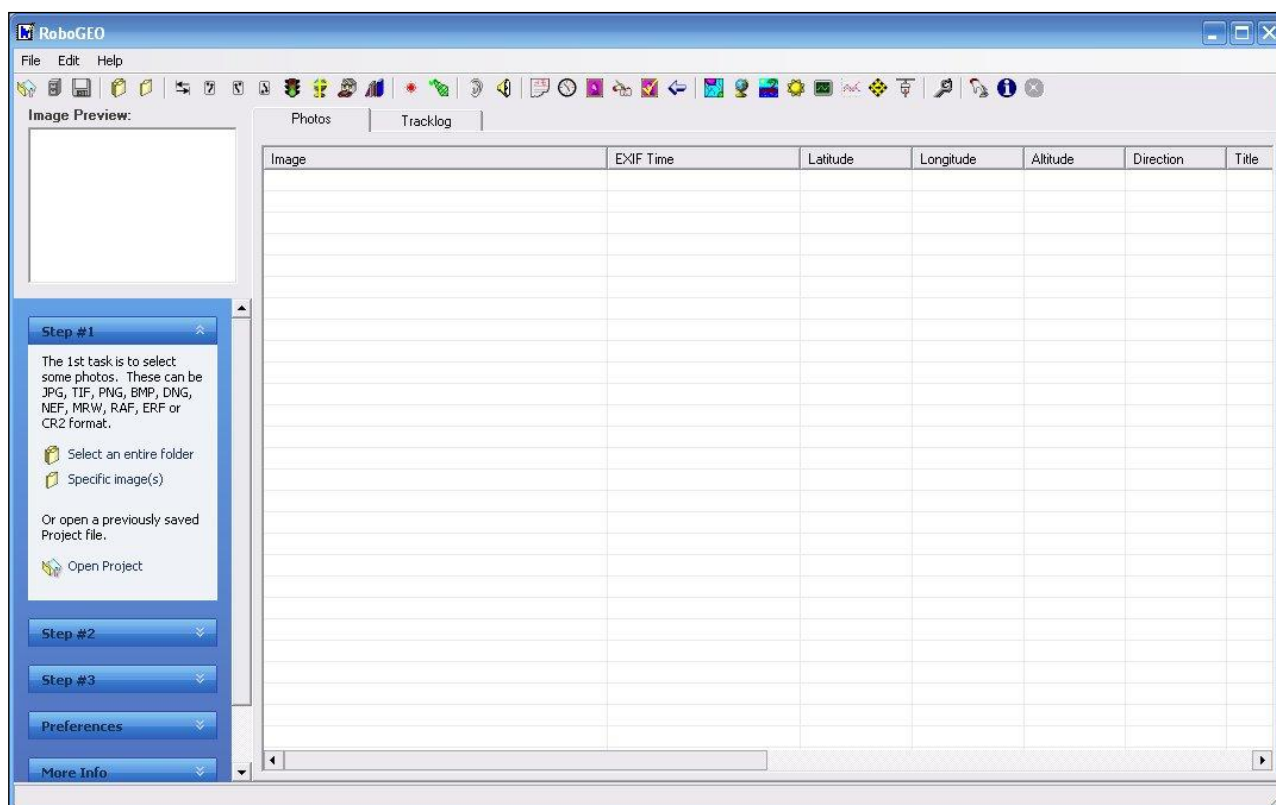
Para visualizarmos a imagem em qualquer programa, precisamos adicionar as informações de posicionamento diretamente na imagem, de forma gráfica, para

<http://www.robogeo.com/>.

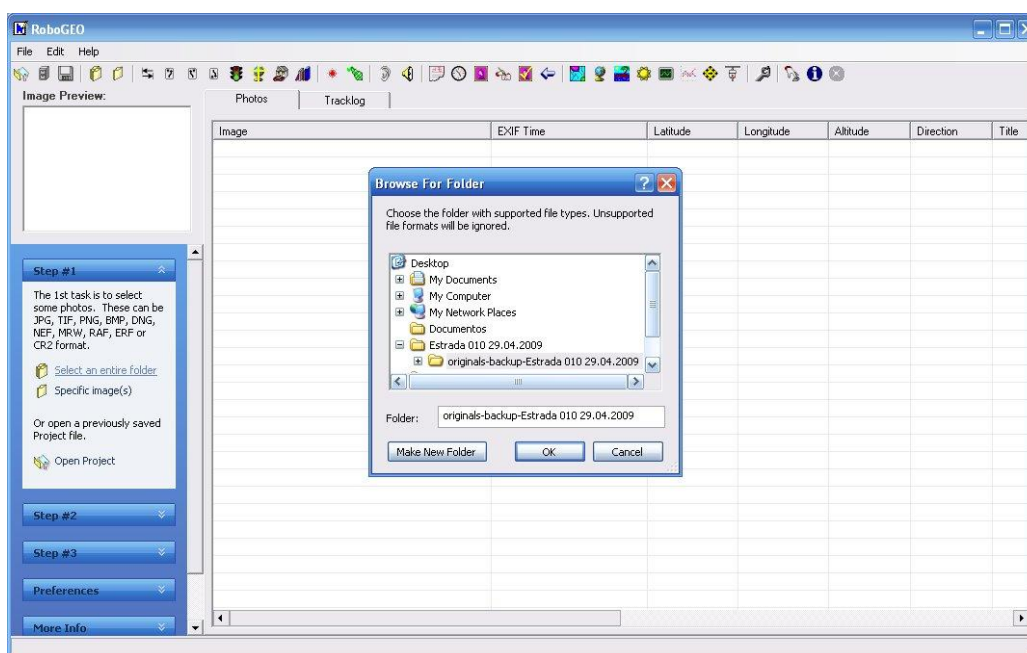
- seguinte interface.



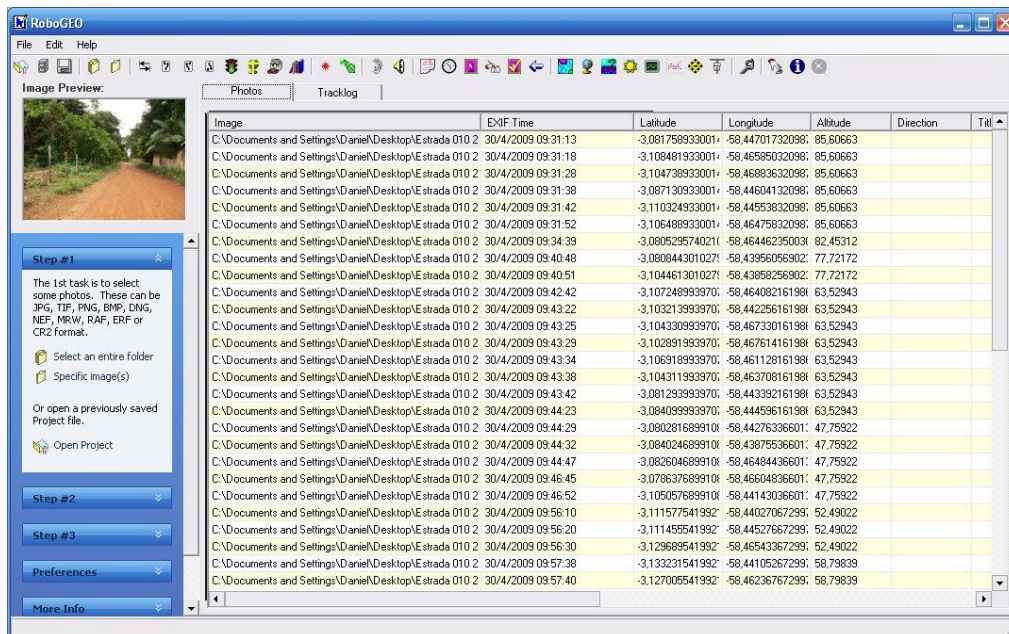
- aparecerá a baixo do menu.



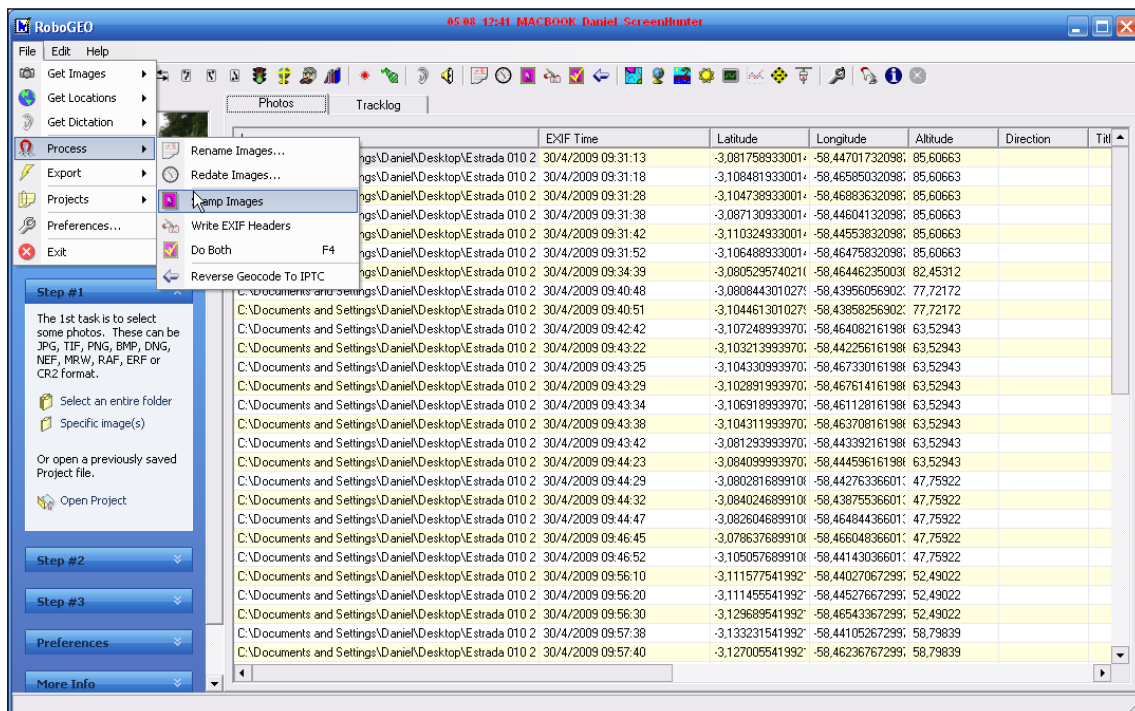
3. Passo - Serão dadas duas opções. Select na entire folder e Specific image(s). O primeiro serve para abrir de uma só vez várias imagens que estejam e uma pasta, e o segundo para abrir imagens específicas. Clicar na primeira opção e selecionar a pasta com as imagens já georreferenciadas pelo GPicSync.



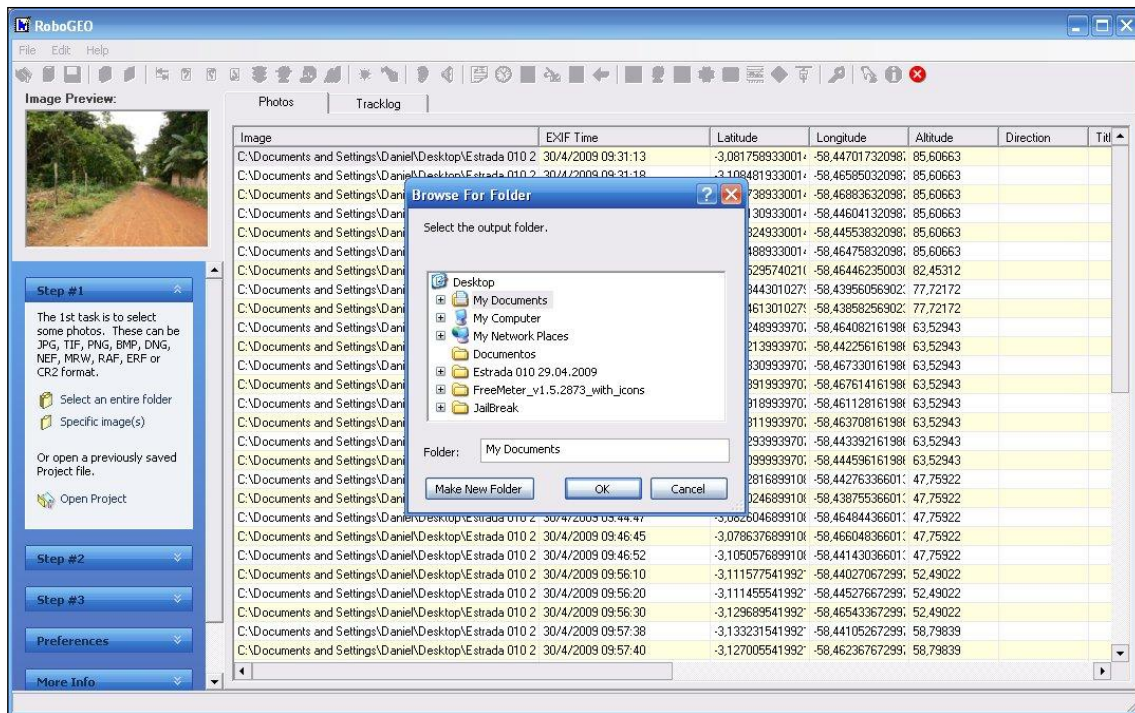
4. Passo - O programa abrirá as imagens da pasta e mostrará o nome, e as informações de cada imagem e um preview delas ao lado.



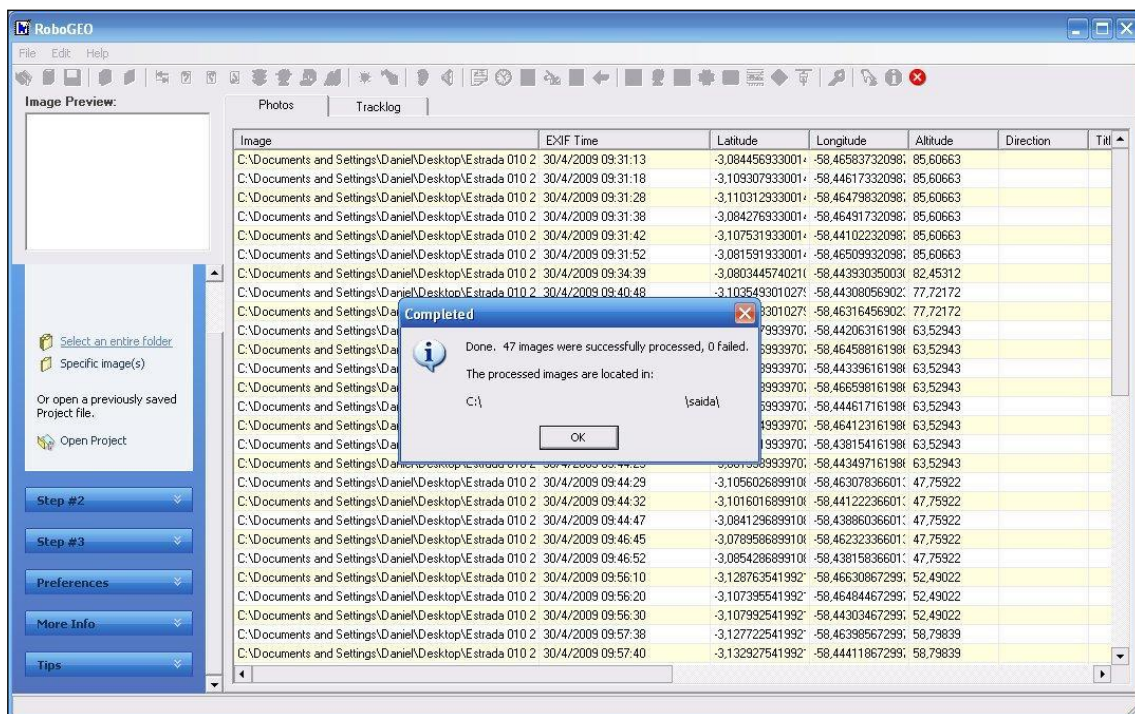
5. Passo - Para adicionar as informações de localização na imagem, basta ir em File, Process, Stamp Images



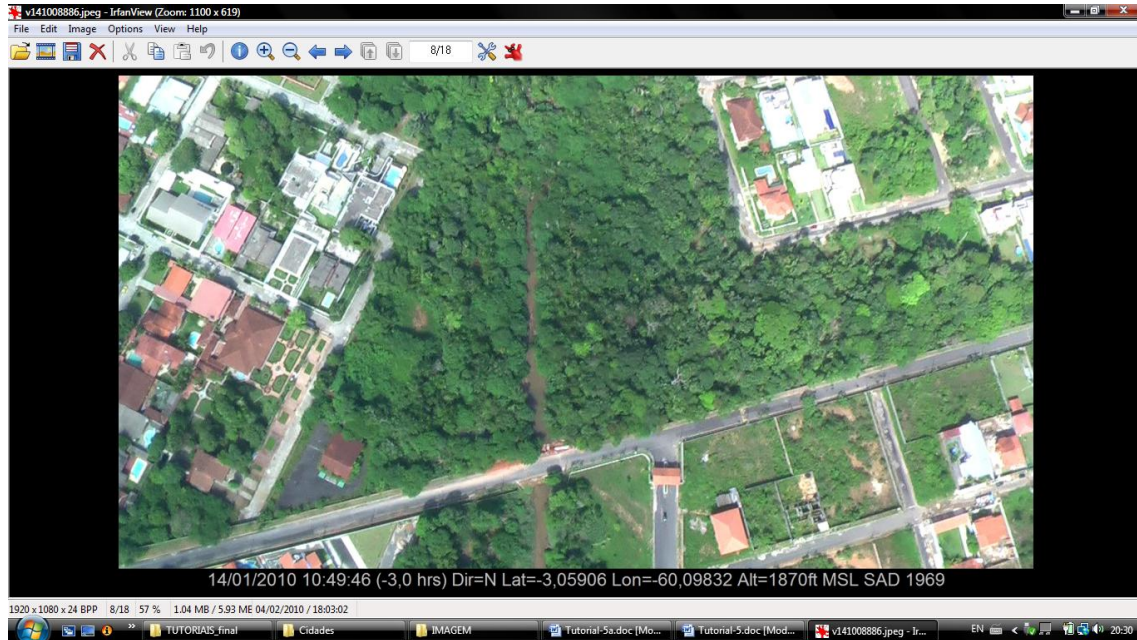
6. Passo - Será solicitado então o lugar para salvar as imagens processadas.



7. Passo - Após clicar em OK, o programa fará o processamento das imagens. O processo estará concluído quando a seguinte mensagem for apresentada.



8. Passo - Para ver o resultado da imagem, basta ir até a pasta escolhida no passo anterior e abrir algumas das imagens em qualquer visualizador de imagem.



Final – Para visualizar o frame geocodificado utilizar o visualizador de imagens instalado no seu computador.