

Título da Palestra:

Ensino Aprendizagem de Processamento de Imagens CBERS na modalidade a Distância

1. Introdução.

O Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE, através da Coordenação-Geral de Observação da Terra - OBT, disponibilizou, via internet: <http://www3.dgi.inpe.br/pesquisa2007/resultados.html>, os resultados da 1ª Pesquisa realizada sobre o Perfil dos Usuários das Imagens do Satélite Sino-Brasileiro de Recursos Terrestres - CBERS (China-Brazil Earth Resources Satellite Program).

A pesquisa foi elaborada com a finalidade de promover a melhoria do Programa CBERS, e teve como objetivo conhecer o Perfil dos Usuários CBERS, e a Aplicabilidade de suas Imagens. Inclusive estes dados serão utilizados no aperfeiçoamento dos processos e produtos, serviços prestados e cursos oferecidos pela OBT.

Nesta 1ª Pesquisa, com 4426 participantes, na Parte II – Indicadores de Gestão, no Quadro 28 (Pessoas Físicas e Jurídicas, por número de indicações, dos participantes com interesse em cursos ou seminários, disponíveis no endereço: <http://www.dpi.inpe.br/cursos>) são apresentados os seguintes resultados:

Considerando um total de 12.384 indicações de interesse, incluindo todos os cursos de curta duração da OBT, optaram pela modalidade Presencial no INPE, e nas categorias, Processamento Digital de Imagens, 1940 participantes (15,7%), Análise Espacial de Dados, 1661 participantes (13,4%), Banco de Dados Geográficos, 1503 participantes (12,1%), Fundamentos de Geoprocessamento, 1338 participantes (10,8%), Introdução ao SPRING, 1196 (9,7%) e Introdução ao SPRING ambiente Linux, 470 participantes (3,8%).

Na modalidade Semi-Presencial, no INPE e a Distância, metodologia alternativa de ensino híbrido, na categoria, O Uso Escolar em Sensoriamento Remoto no Estudo do Meio Ambiente, mostraram interesse pelo curso, 955 participantes (7,7%), e na categoria Seminário de Sensoriamento Remoto, Interpretação e Processamento de Imagens de Satélite, 1770 participantes (14,3%).

Optaram pela modalidade totalmente a Distância, e na categoria, Introdução ao Sensoriamento Remoto, 1551 participantes (12,5 %).

Somando os três cursos que utilizam o Ambiente de ensino aprendizagem **TelEduc** <http://TelEduc.nied.unicamp.br/pagina> (Introdução ao Sensoriamento Remoto- a Distância, O Uso Escolar em Sensoriamento Remoto no Estudo do Meio Ambiente- semipresencial, e Seminário de Sensoriamento Remoto, Interpretação e Processamento de Imagens de Satélite- semipresencial) com atividades, entre outras, de **Processamento de Imagens CBERS a Distância**, indicaram interesse pelos cursos **34,5 %**, correspondendo a 4272,48, de um total de 12384 indicações de interesse, incluindo todos os cursos de curta duração da OBT.

No Quadro 29 (Pessoas Físicas e Jurídicas, por número de indicações, dos participantes com interesse em determinadas modalidades de cursos ou seminários da OBT) optaram pela categoria a Distância, metodologia alternativa de ensino na Rede, 1988 participantes (44,9%), pela categoria Semi-Presencial, no INPE e A Distância, 978 participantes (22,1%), pela categoria Presencial no INPE, 824 participantes (18.6%), e pela categoria Presencial na organização, 636 participantes (14,4%).

Estes dados mostram que aproximadamente a metade dos participantes da pesquisa, aponta como de interesse principal à modalidade de ensino totalmente a Distância. Informações adicionais, sobre esta pesquisa, poderão ser obtidas no endereço: <http://www3.dgi.inpe.br/pesquisa2007/apresentacao.html>

A primeira iniciativa do INPE, em parceria com a SELPER, nesta modalidade é o Curso a Distância de INTRODUÇÃO AO SENSORIAMENTO REMOTO, http://www.dpi.inpe.br/ead/intro_sr.

Este curso atende profissionais com nível superior (curso de graduação concluído), preferencialmente vinculados às ciências da terra e ambientais (Geografia, Geologia, Biologia, Agronomia), Cartografia,

Arquitetura e Engenharia Civil, Florestal, Agrícola, de Agrimensura e Ambiental. A seleção dos candidatos leva em conta a distribuição geográfica e a dificuldade de acesso à informação. Foram realizados 10 cursos totalmente a Distância e treinados aproximadamente 300 profissionais, entre eles muitos multiplicadores.

O curso tem como objetivo capacitar profissionais, de várias áreas, no uso da tecnologia de Sensoriamento Remoto. Ele visa também difundir o uso de dados do satélite sino-brasileiro (CBERS) e de outros satélites, disponíveis gratuitamente na Internet, bem como o software SPRING (Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas), desenvolvido pelo INPE, e também gratuito. Os principais tópicos abordados são: Fundamentos de sensoriamento remoto, Sensores e Satélites, Interpretação de Imagens de Sensores Remotos, Conceitos de Geoprocessamento, Processamento de imagens de sensores remotos e Aplicações de dados de sensores remotos.

Este artigo apresenta a avaliação realizada pelos formandos do Módulo Processamento de Imagens CBERS do último Curso a Distância, concluído em dezembro de 2007.

Além disto, incluímos uma Avaliação Geométrica das Imagens CCD_CBERS (utilizadas no curso a Distância) realizada no programa MARLIN, programa com distribuição gratuita pelo INPE, destinado à visualização e à avaliação de imagens digitais, como por exemplo, imagens CCD_ CBERS.

Este trabalho descreve também os produtos dos satélites CBERS disponíveis na internet, e os níveis de correção geométrica das imagens da câmera CCD, que são utilizadas para a geração de mapas temáticos, nestes cursos.

2. Ensino A Distância de Processamento de Imagens CBERS

2.1. Metodologia

O ambiente de ensino aprendizagem utilizado, e os programas específicos, para o ensino de Processamento de Imagens CBERS, no Curso a Distância de INTRODUÇÃO AO SENSORIAMENTO REMOTO são apresentados a seguir:

TelEduc.Ambiente para a criação, capacitação e administração de cursos na Web (<http://TelEduc.nied.unicamp.br/pagina>).

SPRING.Sistema de Informações Geográficas-SIG, desenvolvido e mantido pela OBT/ DPI – INPE. Software Freeware – Download via Web <http://www.dpi.inpe.br/spring> Versões em Windows e Linux (4.3.3) com Manual on-line – browser estilo Web.

SWISH.Programa que usa a tecnologia Adobe Flash para criar apresentações multimídia (<http://www.swishzone.com>).

CAMSTUDIO.Ferramenta para gravar a atividade da tela do computador como arquivo de vídeo AVI (<http://www.camstudio.org>). Os vídeos foram gerados demonstrando “passo a passo” a aplicação das técnicas em Geoprocessamento e Processamento de Imagens, desde a criação do banco de dados e projeto, passando pela operação do registro e aplicação das técnicas de segmentação, e classificação de imagens CBERS, até a geração do mapeamento temático final, com a demonstração da metodologia, dentro do SPRING.

Mais detalhes sobre esta metodologia de Ensino a Distância poderão ser encontrados em Florenzano, 2004, Ferreira, 2005 e Mello, 2007.

2.2. Resultados Recentes

A Avaliação do Módulo Processamento de Imagens CBERS do Curso a Distância da OBT realizada pelos formandos do curso concluído em dezembro de 2007, resultou na aprovação de 100% dos alunos, destacando 87,5% destes formandos com nota máxima neste módulo.

A seguir descrevemos os motivos que nos permitiram chegar a este resultado:

a) O conteúdo da parte prática desta disciplina foi disponibilizado também por meio de uma mídia eletrônica, ou CD-ROM.

Isto ocorreu porque tivemos 18% dos alunos com dificuldade de acesso aos vídeos, no curso ministrado no primeiro semestre de 2007.

b) Incluímos, no último curso, doze sessões de bate-papos, somente no período do módulo Processamento de Imagens.

No período de quatro semanas tivemos, três bate-papos por semana, no mínimo. Uma oportunidade de aprendizagem virtual que os alunos valorizam, muito mais do que os professores, é a comunicação em tempo real, isto é a utilização do chat.

c) Incrementamos as mensagens de ajuda via correio do TelEduc.

d) Incluímos também alguns telefonemas para os alunos que mostraram interesse, mas encontraram dificuldades na realização das atividades propostas para a disciplina “Processamento de Imagens CBERS”, e não se comunicaram conosco conforme nossa expectativa.

De um total de 32 alunos, com formação principalmente nas ciências exatas e biológicas, 26 alunos realizaram a avaliação do curso realizado no 2º. Semestre de 2007.

Os resultados das questões respondidas por eles encontram-se nas **Figuras 1, 2, 3, 4 e 5**, a seguir:

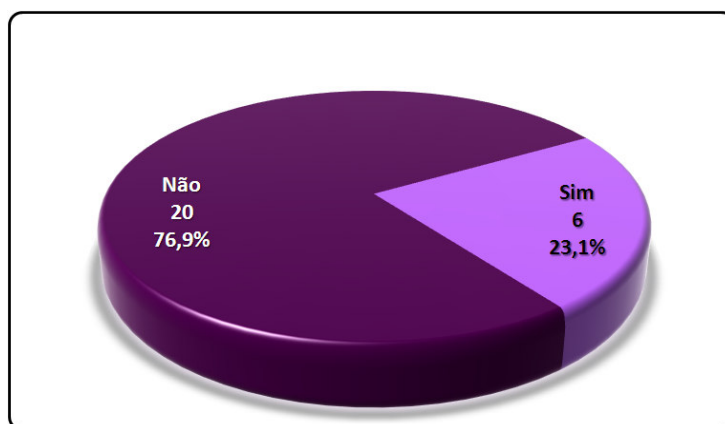


Figura 1. Você já tinha realizado um curso totalmente a Distância?

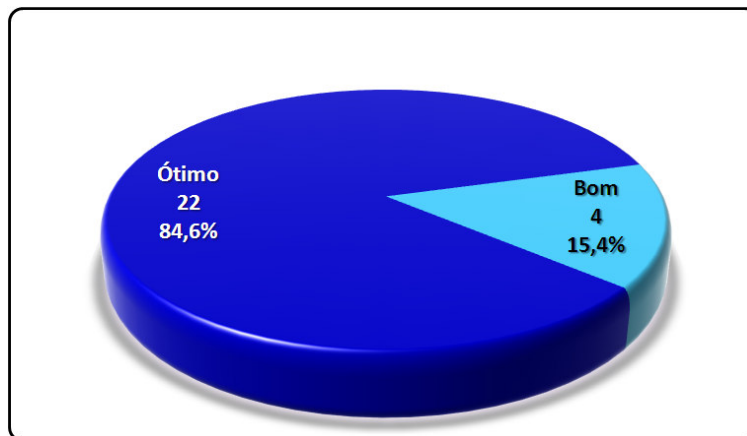


Figura 2. Qual a sua opinião sobre o ambiente TelEduc utilizado neste curso?

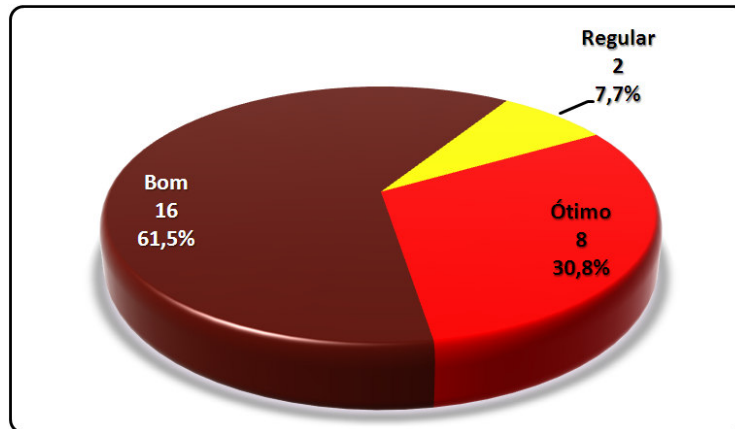


Figura 3. Qual é a sua opinião sobre o software SPRING utilizado neste curso?

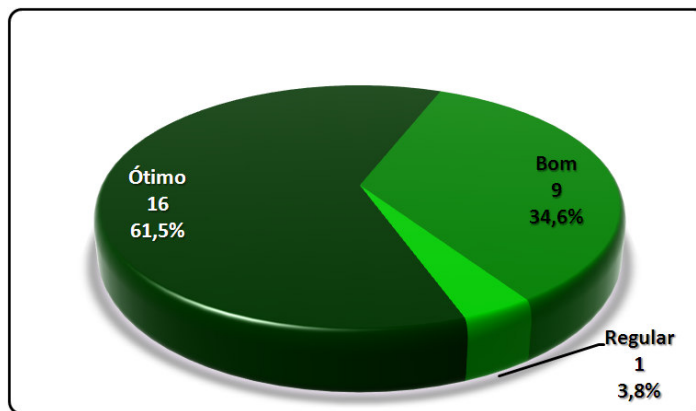


Figura 4. Como você avalia o material didático do curso: material didático on-line – Aulas em Flash?

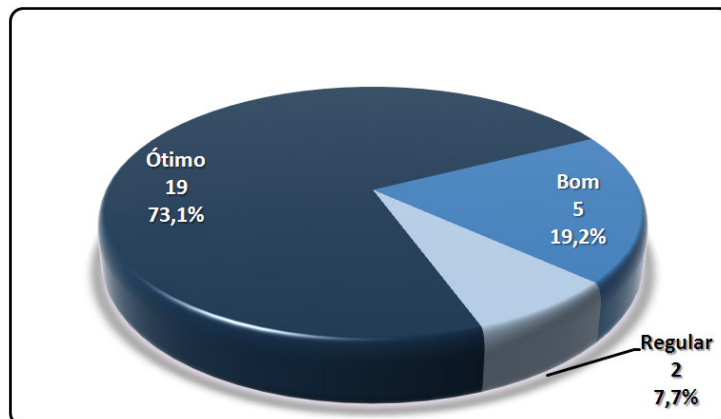


Figura 5. Como você avalia o material didático do curso: Vídeos com demonstração dos passos seguidos dentro do SPRING na disciplina Processamento de Imagens CBERS?

3. Produtos CBERS e Difusão de Dados

3.1. Câmeras para observação da superfície terrestre

Atualmente, está em operação o CBERS-2 e CBERS-2B. O acordo entre o Brasil e a China prevê ainda o lançamento do CBERS-3 e do CBERS-4 até 2011. Os usuários têm acesso ao Catálogo de Imagens coletadas através do endereço: <http://www.dgi.inpe.br/CDSR>.

Três câmaras para obtenção da superfície terrestre em diferentes regiões do espectro eletromagnético compõem a carga útil dos satélites CBERS-1, CBERS-2 e CBERS-2B. O CBERS-3 e CBERS-4 estarão equipados com câmeras mais sofisticadas do que as utilizadas nos CBERS-1, CBERS-2 e CBERS-2B.

CÂMERA IMAGEADORA DE AMPLO CAMPO DE VISADA-WFI

Proporcionam imagens de extensas faixas da superfície do globo, permitindo uma visão integrada de formações geográficas de grande extensão, tais como grandes rios e regiões costeiras.

No CBERS-1, CBERS-2 e CBERS-2B, a câmara WFI produz imagens de uma faixa com 890 km de largura, com resolução de 260 m. No CBERS-3 e CBERS-4, a câmara produzirá imagens de uma faixa com 866 km, com resolução de 73 m.

IMAGEADOR POR VARREDURA DE MÉDIA RESOLUÇÃO-IRMSS

Permite a obtenção de imagens em quatro faixas espectrais na região do infravermelho.

No CBERS-1 e CBERS-2, produz imagens de uma faixa com 120 km de largura, com resolução de até 80m. Os CBERS-3 e CBERS-4 serão equipados com uma câmara IRMSS que produzirá imagens com até 40 m de resolução espacial.

CÂMERA PANCRÔMÁTICA DE ALTA RESOLUÇÃO-HRC

No CBERS 2B, o IRMSS foi substituído pela HRC.

Esta câmara experimental produz imagens de uma faixa de 27 km de largura, com resolução espacial de 2,7 m, em uma região espectral pancromática única.

CÂMERA DE ALTA RESOLUÇÃO-CCD

Permite o acompanhamento de fenômenos que exigem maior detalhamento para seu estudo, tais como processos de desmatamento e mapeamentos agrícolas. A direção de visada pode ser deslocada no sentido leste-oeste em até 32 graus em relação ao centro da órbita, possibilitando a obtenção de imagens estereoscópicas. Além disso, qualquer fenômeno detectado pela câmara WFI pode, também, ser localizado pela câmara CCD, para estudo mais detalhado. No CBERS-1, CBERS-2 e CBERS-2B, a câmara CCD produz imagens de uma faixa com 113 km de largura, com resolução de 20m. No CBERS-3 e CBERS-4, haverá uma segunda câmara CCD (PANMUX) que produzirá imagens com até 5 m de resolução.

3.1. Alguns Resultados das Partes, Indicadores das Imagens CBERS, e Indicadores de Qualidade

No Brasil já foram distribuídas mais de 430 mil imagens CBERS para 15 mil usuários de várias instituições públicas e privadas.

Na 1ª Pesquisa realizada sobre o Perfil dos Usuários das Imagens CBERS, com 4426 participantes, na Parte III - Indicadores das Imagens CBERS, foram obtidos os seguintes resultados importantes:

No Quadro 31 (Pessoas físicas e Jurídicas, por número de participantes segundo a quantidade de imagens CBERS solicitadas ao INPE) na categoria “Mais de 50 imagens”, foi obtido um total de 619 participantes (17,8%).

No Quadro 33 (Pessoas físicas e Jurídicas, por número de participantes segundo a percentagem de imagens CBERS solicitadas e efetivamente usadas) nas categorias “61% a 100%”, foi obtido um total de 2074 participantes.

Na Parte IV desta pesquisa, em Indicadores de Qualidade, foi obtido o seguinte resultado importante:

No Quadro 44 (Pessoas físicas e Jurídicas, por número de participantes segundo a avaliação da qualidade geral das imagens CBERS recebidas eletronicamente) na categoria “Boa”, foi obtido um total de 2081 participantes e na categoria “Excelente” um total de 560 participantes. Estes dois itens somados equivalem a 76,1% do total dos participantes desta pesquisa.

4. Avaliação Geométrica das Imagens CBERS utilizadas no curso a Distância

A seqüência de uma Avaliação Geométrica das Imagens CCD_CBERS, imagens utilizadas no curso a Distância, é apresentada a seguir:

O programa utilizado para esta avaliação é o MARLIN, com distribuição gratuita pelo INPE, destinado à visualização e à avaliação de imagens digitais (Almeida, 2007).

Para avaliar a qualidade de uma imagem, selecionar no menu principal do MARLIN, na opção “Geometria”, a função criar “Nova Análise”.

Em seguida, definir a imagem de referência (ortorretificada) e a de trabalho (CCD_CBERS registrada). Abrirá uma nova janela para a entrada dos pontos de controle.

Reconhecer pontos homólogos: pontos que correspondam às mesmas feições nas imagens de referência e de ajuste.

Os resultados da avaliação ou Medidas de Qualidade Geométrica da Imagem são visualizados na opção do botão “Mostrar Análise”, da Janela Pontos de Controle.

Na Janela de Erros, clicar na opção do botão “Mostrar Relatório”, para visualizar o Relatório de Qualidade Geométrica, como por exemplo: Similaridade, **Figura 6**.

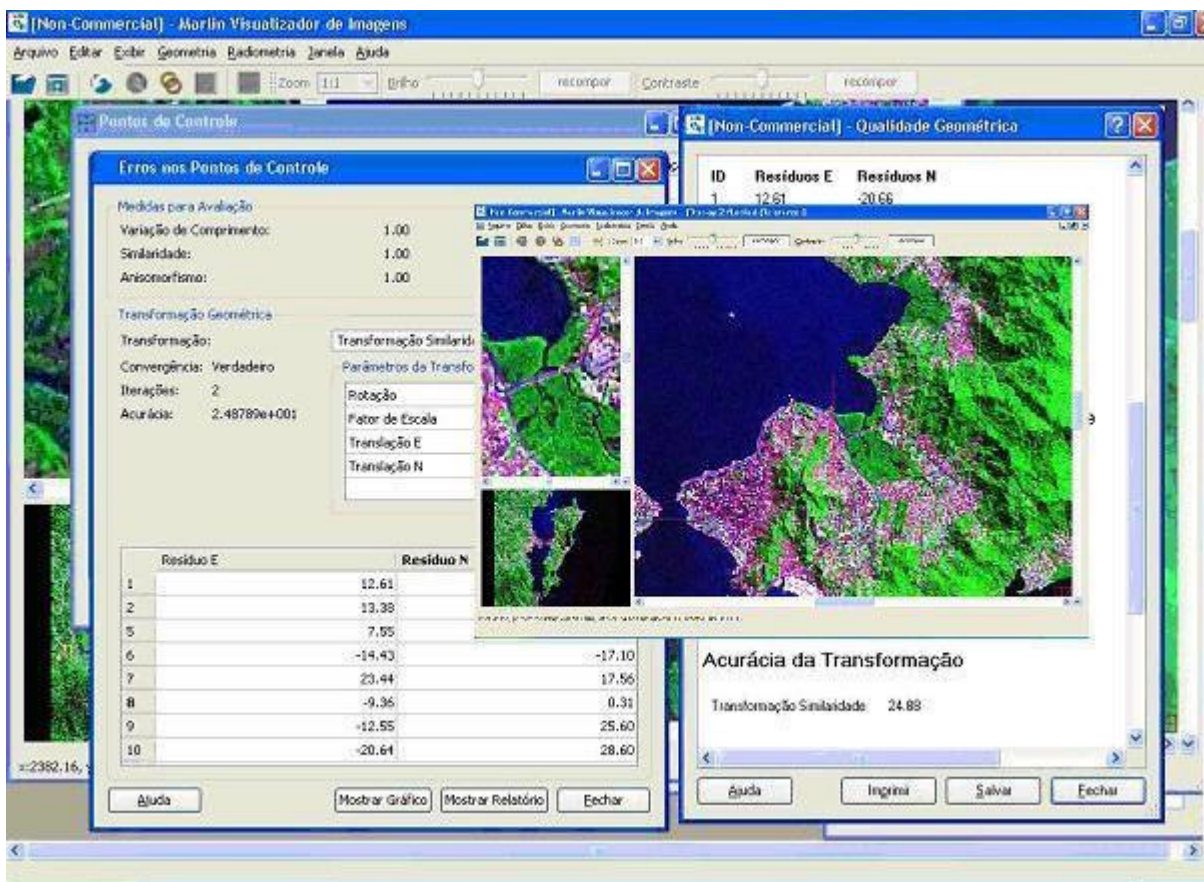


Figura 6. MARLIN - programa destinado à avaliação de imagens digitais.

4.1 Níveis de Correção Geométrica de Produtos CCD_CBERS

Imagem Nível 0: imagem recebida diretamente pela estação de recepção do INPE, contendo dados não calibrados, e informação adicional sobre atitude e efemérides do satélite. Esta imagem é arquivada pelo INPE em formato específico para uso interno.

Imagem Nível 1: imagem resultante da aplicação de procedimentos de calibração radiométrica a uma imagem nível 0.

Imagem Nível 2: imagem selecionada através do catálogo: <http://www.dgi.inpe.br/CDSR>; Nível 1, à qual foi aplicado procedimento de correção geométrica de sistema, com uso de dados da plataforma e sem uso de pontos de controle. As imagens CBERS-2 podem apresentar um erro de posicionamento de até **10 km**, é importante que elas passem por um processo de registro para que o erro de posicionamento seja eliminado e o erro interno seja refinado; usar, por exemplo, imagens ortorretificadas pela NASA, como referencia no registro. Informações adicionais sobre o acesso a estas imagens, poderão ser encontradas no endereço: <http://glcf.umiacs.umd.edu/data>

O erro interno é de cerca de **80m** para as imagens **CCD**. O registro das imagens por uma transformação de afinidade (polinômio do primeiro grau) permite o refinamento do erro interno, que cai para cerca de **24m**. Maiores informações, sobre este assunto, poderão ser obtidas em D' Alge, 2004.

Este produto é disseminado pelo INPE no seguinte formato:

Geotiff e Projeção UTM (Sistema referencial de localização terrestre baseado em coordenadas métricas definidas para cada uma das 60 zonas UTM, múltiplas de 6 graus de longitude, na Projeção Universal Transversal de Mercator e cujos eixos cartesianos de origem são o Equador, para coordenadas N (norte) e o meridiano central de cada zona, para coordenadas E (leste), devendo ainda ser indicada à zona UTM da projeção. As coordenadas N (norte) crescem de S para N e são acrescidas de 10.000.000 (metros) para não se ter valores negativos ao sul do Equador que é a referência de origem; já as coordenadas E (leste) crescem de W para E, acrescidas de 500.000 (metros) para não se ter valores negativos a oeste do meridiano central); e

Datum SAD 69 (apresenta o vértice Chuá-MG como a origem das coordenadas, e elipsóide de referência o recomendado pela União Astronômica Internacional, homologado em 1967 pela Associação Internacional de Geodésia).

Imagem Nível 3: imagem CBERS nível 2 à qual foram aplicados procedimentos adicionais de correção geométrica com o uso de pontos de controle, que permitem a localização dos elementos lineares na imagem, em um terreno plano, com precisão compatível com o padrão de exatidão cartográfica na escala 1:100.000. Produto em fase de teste, com grande aceitação por parte dos avaliadores, mas ainda não disponível para o usuário. Maiores informações, sobre este assunto poderão ser obtidas em Silva, 2007.

Imagem Nível 4: imagem CBERS nível 3 refinada pelo uso de modelo digital de elevação (imagens ortorretificadas), e compatível com aplicações que requerem uma modelagem cartográfica acurada em qualquer tipo de terreno. Produto em fase de planejamento, ainda não disponível para o usuário. Arquivos provenientes dos dados do SRTM (Shuttle Radar Topography Mission), disponíveis na Internet gratuitamente, para as Américas do Sul e do Norte podem ser utilizados no processamento de ortorretificação das imagens CCD/CBERS. Informações gerais sobre a geração das imagens Nível 4, poderão ser obtidas em Silva, 2007.

5. Conclusão

Os excelentes resultados obtidos na Avaliação do Módulo Processamento de Imagens CBERS do Curso a Distância da OBT, realizada pelos formandos do curso, concluído em dezembro de 2007, motivou a equipe de formadores deste curso a treinar, no curso atual, com término em junho de 2008, profissionais de outras áreas, como por exemplo: Médico Veterinário, Turismólogo, Perito Criminal Federal, Pedagogo, Técnico em Agropecuária e em Agrimensura, Historiador, entre outros. Os resultados, ainda não publicados, indicam que o índice de aprovação também foi muito alto.

Os dados apresentados na 1ª Pesquisa realizada sobre o Perfil dos Usuários das Imagens CBERS, confirmam o sucesso do Programa CBERS na Difusão de Dados, e mostram que o uso de imagens de satélite CBERS é fundamental quando é necessário coletar informações precisas sobre a superfície da terra de forma rápida, eficaz e sem custo financeiro. Uma 2ª. Pesquisa será disponibilizada, em breve, incluindo usuários fora do Brasil. Desta forma os resultados serão mais completos, porque a comunidade virtual, que participa dos cursos de curta duração da OBT, nas modalidades a Distância e Semipresenciais, é composta de profissionais da AFRICA e AMÉRICA LATINA.

Com o levantamento dos dados que apontam **44,9 %** e **22,1%**, dos participantes com interesse nas respectivas modalidades de cursos, nas categorias a Distância e Semipresencial, a tendência é a OBT investir cada vez mais na capacitação dos usuários, nestas modalidades de ensino, desenvolvendo metodologias apropriadas para estes fins nos cursos de curta duração, disponíveis no endereço: <http://www.dpi.inpe.br/cursos>, portanto, a tendência é a OBT promover ações de qualidade que atendam e estimulem demandas locais, regionais, nacionais e internacionais, para o uso, conhecimento e aplicações de técnicas de Sensoriamento Remoto.

6. Bibliografia

ALMEIDA, A. M.; DUARTE, F. P.; SILVA, M. A. O.; MACHADO E SILVA, A. J. F. Sistemas de suporte à qualidade de imagens: uma inovação na estação terrena do INPE. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 13. (SBSR), 2007, Florianópolis. **Anais...** São José dos Campos: INPE,

2007. p. 703-708. CD-ROM, On-line. ISBN 978-85-17-00031-7. Disponível em: <<http://urlib.net/dpi.inpe.br/sbsr@80/2006/11.18.02.11>>. Acesso em: 20 jun. 2008.

D' ALGE, J. C. L.; SOUZA, R. C.; ERTHAL, G. J. Geometric quality assessment of CBERS-2 images. In: SIMPOSIO LATINOAMERICANO SOBRE PERCEPCION REMOTA Y SISTEMAS DE INFORMACION ESPACIAL. Santiago. **Proceedings...** 2004. (INPE-13309-PRE/8551). Disponível em: <<http://urlib.net/sid.inpe.br/sergio/2005/02.17.11.38>>. Acesso em: 19 jun. 2008.

FERREIRA, H. S.; FLORENZANO, T. G.; DIAS, N. W.; MELLO, E. M. K.; MOREIRA, J. C.; MORAES, E. C. Distance learning courses for disseminating remote sensing technology and enhancing undergraduate education. In: ISPRS WORKSHOP COMMISSION VI/2., TOOLS AND TECHNIQUES FOR E-LEARNING, Potsdam. **Proceedings...** 1-3 June 2005. v. v. 36-6/W30. International Archives of Photogrammetry Remote Sensing and Spatial Information Sciences. (INPE-13514-PRE/8727). Disponível em: <<http://urlib.net/sid.inpe.br/iris@1912/2005/12.14.17.53>>. Acesso em: 20 jun. 2008.

FLORENZANO, T. G.; MORAES, E. C.; FERREIRA, H. S.; DIAS, N. W. Capacitação de professores do ensino superior em sensoriamento remoto usando o ambiente teleduc de ensino à distância. In: JORNADA DE EDUCAÇÃO EM SENSORIAMENTO REMOTO NO ÂMBITO DO MERCOSUL, São Leopoldo, 2004. (INPE-11199-PRE/6648). Disponível em: <<http://urlib.net/sid.inpe.br/sergio/2004/08.11.09.36>>. Acesso em: 13 jun. 2008.

MELLO, E. M. K. M., MOREIRA, J. C., FERREIRA, H. S.; FLORENZANO, T. G. Novas tecnologias no ensino A Distância de processamento de imagens utilizando o SPRING e imagens CBERS. VI JORNADAS DE EDUCACIÓN EN PERCEPCIÓN REMOTA EN EL ÁMBITO DEL MERCOSUR YI URUGUAYAS DE EDUCACIÓN EN PERCEPCIÓN REMOTA, 2007, Uruguai, 2007. Disponível em: <<http://urlib.net/sid.inpe.br/mtc-m17@80/2007/10.02.18.59>>. Acesso em: 01 jun. 2008.

SILVA, A. J. F. M. Geometria de imagens: do projeto do satélite à geração dos produtos. 2007-05-28. (INPE-T/). Tese (Doutorado em Sensoriamento Remoto) - INPE, São José dos Campos. 2007. Disponível em: <<http://urlib.net/sid.inpe.br/mtc-m17@80/2007/08.14.18.19.44>>. Acesso em: 22 jun. 2008.