

Banco de dados de Pontos de Controle para Correção de Imagens de Sensoriamento Remoto na Internet.

Kátia Alves Arraes ¹
Miguel Dragomir Zanic Cuellar ¹
Paulo Cesar Gurgel Albuquerque ²

¹ Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE
Carlos Serrano, 2073, Lagoa Nova, Natal - RN, Brasil
miguel@crn.inpe.br
katiarraes@crn.inpe.br

² Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE
Caixa Postal 515 - 12227-010 - São José dos Campos - SP, Brasil
gurgel@dsr.inpe.br

Abstract

This paper presents a database of “Points GNSS (Global Navigation Satellite Systems)” with the points of control implanted in Northeast Region to the effect to attend local demand of interested in correction geometric of images of satellites of remote sensing in special of satellites CBERS, sensor CCD e HRC, LANDSAT, sensor TM e ETM+ and another optical systems of imaging with geometric resolution compatible. The database available in internet can to be accessed by users, giving his coordinates of points implanted, historic about survey with photography, location of point on the image and report of observation and processing.

Palavras-chave: remote sensing, database, geometric correction, image, satellite, processing, GNSS, sensoriamento remoto, processamento de imagens, pontos de controle.

1. Introdução

Este trabalho tem por objetivo apresentar o banco de dados “Pontos GNSS (*Global Navigation Satellite Systems*)” com os pontos de controle implantados para a Região Nordeste visando atender a demanda local dos interessados na correção geométrica de imagens de satélites de sensoriamento remoto, em especial dos satélites CBERS, sensores CCD e HRC, LANDSAT, sensores TM e ETM+ e demais sistemas óticos de imageamento com resolução geométrica compatível.

O banco de dados disponível na Internet poderá ser acessado por qualquer usuário, o qual disponibilizará além das coordenadas dos pontos implantados, o histórico do levantamento com fotografias, localização do ponto na imagem e relatório de observação e processamento.

Este é um produto decorrente dos levantamentos executados para determinação dos pontos de controle empregados na retificação das imagens de sensoriamento remoto, para o programa “Construindo nosso Mapa Municipal Visto do Espaço”, e irá facilitar não somente aos interessados pelo uso de imagens com qualidade geométrica controlada, como também, a outros usuários de sensoriamento remoto da região Nordeste.

2. Objetivo

O principal objetivo desse trabalho consiste da modelagem de um banco de dados que permita a armazenagem, a organização e a disponibilização de Pontos GNSS, assim como disponibilizar imagens retificadas CBERS e LANDSAT, para o usuário, via web. Convém, ressaltar que esse banco viabilizará a geração de informações que facilitarão aos usuários de sensoriamento remoto na condução de análises mais otimizadas acerca dos pontos de interesse de uma determinada região.

3. Metodologia de Trabalho

3.1. Área de Estudo

A área de estudo em questão abrange a Região Nordeste do Brasil, trabalho que vem sendo realizado em especial nos municípios da região, atualmente RN, PB e PE, nos quais têm sido realizados diversos trabalhos de campo no levantamento de pontos de controle via GNSS, aproximadamente, quase 700 pontos já foram implantados desde 2006 com o objetivo de ajudar na correção geométrica de imagens de satélite bem como atender as necessidades locais.

3.2. Obtenção de Pontos e Geração da Base de Dados

O procedimento realizado desde a obtenção dos pontos de controle até a necessidade de um banco de dados envolve diversos passos conforme a seguir:

- As imagens são selecionadas a partir do catálogo CBERS, LANDSAT;
- De posse das imagens selecionadas é feita uma pré-correção junto ao banco de imagens GEOCOVER da NASA que apresenta erro aproximado de + ou - 150m;
- Antes de sair para o trabalho de campo é realizado um planejamento da viagem no software PLANNING (GPS) que irá instruir qual o melhor caminho para chegar até o ponto desejado, ou seja, às coordenadas geodésicas de um ponto qualquer em território nacional, geralmente em cruzamento de estradas, entroncamentos e trevos, onde serão coletados os pontos necessários para corrigir as imagens selecionadas;
- Para cada ponto é realizado uma ficha técnica com o croqui e fotos do local do ponto coletado;
- É realizado o pós-processamento no software do GPS (de acordo com o GPS adotado), com base na estação de referência Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo dos Sistemas GNSS (RBMC) www.ibge.gov.br/geociencias/RBMC que está mais próxima do ponto em análise, tal medida visa melhorar o ponto corrigido. O erro de + ou - 150m cai para 0,20cm. É realizado também a efemérides com a finalidade de verificar as posições mais exatas dos satélites na ocasião da coleta de pontos;
- De posse das coordenadas dos pontos são realizadas a correção geométrica em média dos 9 pontos ou mais por imagem através do polinômio de 1º e 2º grau no software SPRING mais otimizado.

A partir dos pontos refinados com suas respectivas informações posicionais são geradas diversas planilhas em Excel, que são utilizadas como subsídios na retificação de diversas imagens de satélite.

3.3. Base de dados dos Pontos GNSS

Diante do grande número de planilhas com as coordenadas geodésicas dos pontos coletados verificou-se a necessidade de um banco de dados que armazenasse tamanha quantidade de pontos e imagens retificadas de modo a contribuir na geração de imagens georeferenciadas, otimizando assim diversos trabalhos para usuários de sensoriamento remoto.

A metodologia utilizada na construção do banco de dados “Pontos GNSS” contempla atividades a partir do escopo do projeto, que constituem a elaboração do projeto conceitual, o refinamento dos dados coletados para compor o banco de dados do sistema, a modelagem do banco de dados, implementação do projeto físico e documentação. As etapas realizadas na construção do banco de dados conforme ilustrada na Figura 1.

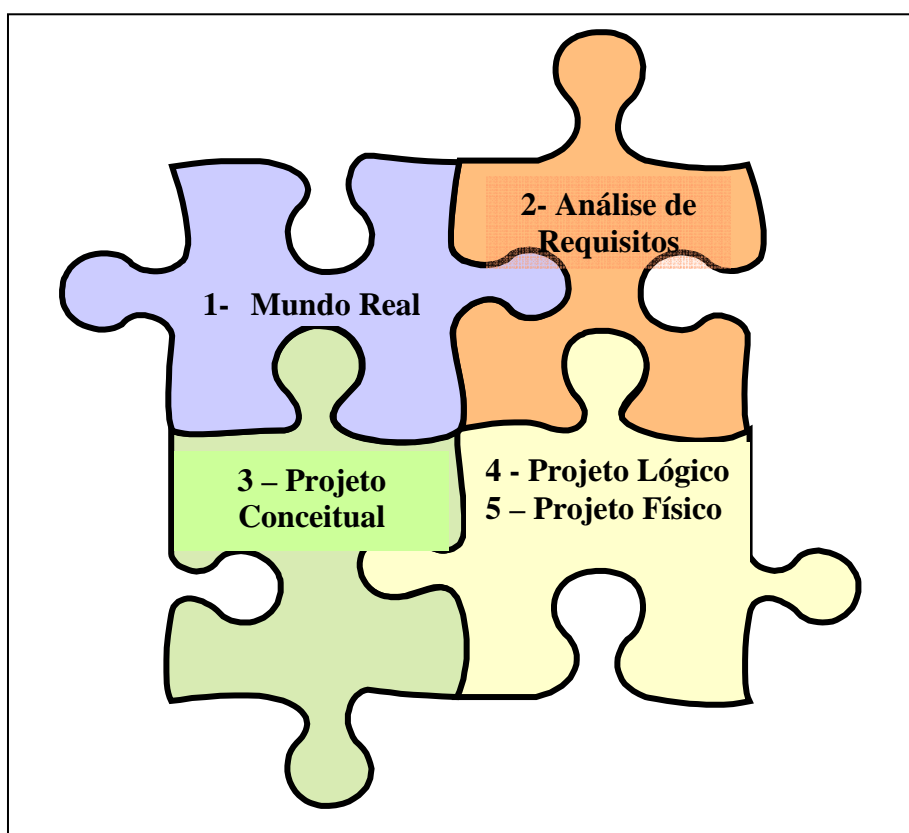


Figura 1 – Fases do projeto de banco de dados

Análise de Requisitos – Nesta fase são levantados todos os detalhes acerca do sistema em questão, que deverá abranger todas as necessidades dos usuários, o sistema é considerado encerrado somente quando atende todos os requisitos atendidos ou mediante o grau de satisfação do usuário.

Projeto Conceitual – Nesta fase é esboçado o esquema conceitual do banco de dados, ou seja, o Modelo de Entidade e Relacionamento (MER), conforme mostrado na Figura 2. Neste modelo são identificadas e definidas quais as entidades, seus atributos e os relacionamentos existentes entre eles. Este modelo facilita a comunicação e o entendimento entre usuários e projetistas.

Projeto Lógico – Nesta fase foi elaborado o esquema Lógico do banco de dados com base no Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados (SGBD), onde adotamos o MySQL. O esquema lógico independe do software a ser usado, mas é dependente de um modelo de dados.

Projeto Físico – Nesta fase foram definidos os aspectos relativos à implementação física do banco de dados, como por exemplo, estruturas de armazenamento, tabelas de dados, caminhos de acesso, eficiência do sistema de banco de dados, desempenho etc. conforme Figuras 3 e 4.

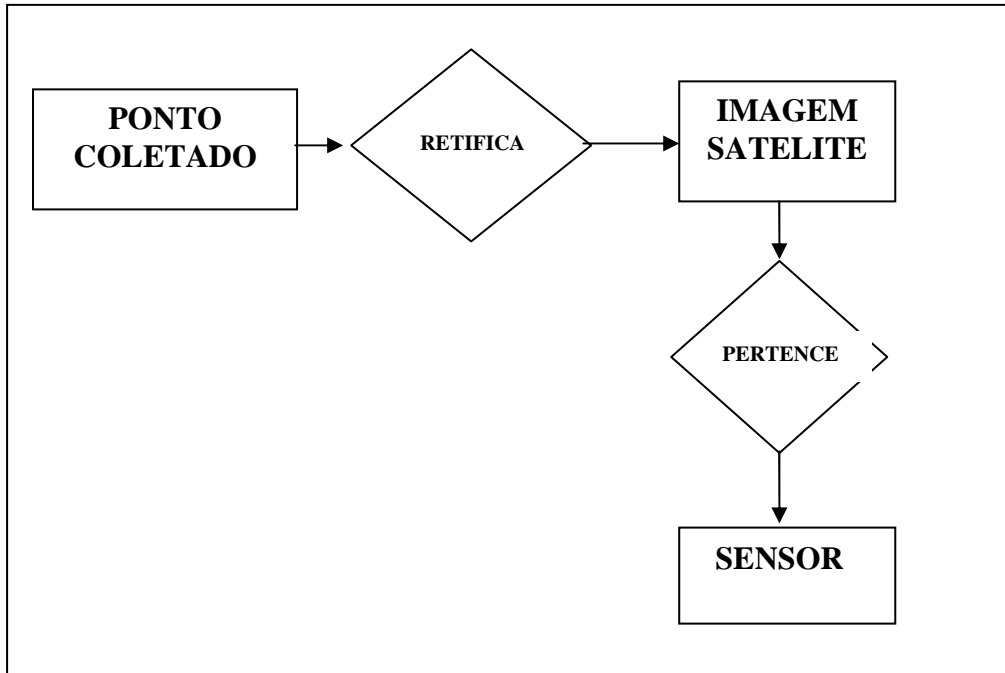


Figura 2 – Modelo de Entidade e Relacionamento (MER)

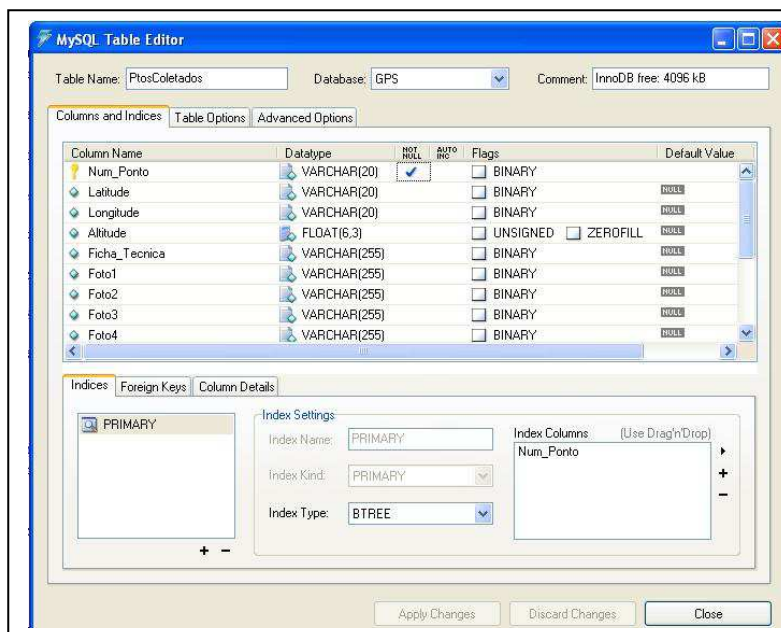


Figura 3 – Estrutura da Tabela de Pontos Coletados

MySQL Query Browser - Connection: New Connection / GPS

Arquivo Editar View Query Script Ferramentas Janela Ajuda

SELECT FROM PtosColetados P;

Resultset 1

Num_Ponto	Ponto	Latitude	Longitude	Altitude	Ficha_Tecnica	Foto1
HRC001	A001H	04 37 55.38744	037 30 20.84835	33.780	HRC001_F	Ponto 1a.JPG
HRC002	A002H	04 41 09.71531	037 27 32.48322	71.540	HRC002_F	Ponto 2a.JPG
HRC003	A003H	04 42 07.81513	037 21 04.62634	-1.991	HRC003_F	Ponto 3a.JPG
HRC004	A004H	04 47 29.42685	037 18 50.00977	8.576	HRC004_F	Ponto 4a.JPG
HRC005	A005H	04 43 12.65802	037 25 00.59275	40.588	HRC005_F	Ponto 5a.JPG
HRC006	A006H	04 41 16.51140	037 24 58.903756	44.602	HRC006_F	Ponto 6a.JPG
HRC007	A007H	04 38 50.31017	037 29 05.33535	30.449	HRC007_F	Ponto 7a.JPG
HRC008	A008H	04 45 55.43471	037 28 52.99354	51.592	HRC008_F	Ponto 8a.JPG
HRC009	A009H	04 47 11.45371	037 23 10.22116	14.134	HRC009_F	Ponto 9a.JPG
HRC010	A010H	04 44 53.77542	037 32 17.06492	701.270	HRC010_F	Ponto 10a.JPG
HRC011	A011H	04 42 44.94394	037 31 58.64111	41.470	HRC011_F	Ponto 11a.JPG
HRC012	A012H	04 56 04.94590	037 32 35.81211	330.910	HRC012_F	Ponto 12a.JPG
HRC013	A013H	04 56 07.40835	037 26 52.75705	419.750	HRC013_F	Ponto 13a.JPG
HRC014	A014H	04 54 56.10625	037 20 21.90742	34.420	HRC014_F	Ponto 14a.JPG
HRC015	A015H	04 52 08.36780	037 19 59.36845	251.560	HRC015_F	Ponto 15a.JPG
HRC016	A016H	4 51 56.44018	037 24 16.50097	21.296	HRC016_F	Ponto 16a.JPG
HRC017	A017H	04 52 25.30030	037 28 15.82464	13.130	HRC017_F	Ponto 17a.JPG
HRC018	A018H	04 52 05.30683	037 30 16.24141	8.552	HRC018_F	Ponto 18a.JPG
HRC050	A050H	06 33 40.37327	036 42 036.97169	243.620	HRC050_F	Ponto 50a.JPG
HRC051	A051H	06 35 17.25162	036 42 036.97169	274.128	HRC051_F	Ponto 51a.JPG
HRC052	A052H	06 35 03.79581	036 42 58.53275	272.653	HRC052_F	Ponto 52a.JPG
HRC053	A053H	06 33 50.89064	036 50 00.23035	222.025	HRC053_F	Ponto 53a.JPG
HRC054	A054H	06 32 59.77071	036 50 09.06109	222.104	HRC054_F	Ponto 54a.JPG
HRC055	A055H	06 32 36.82512	036 43 53.34552	258.173	HRC055_F	Ponto 55a.JPG
HRC056	A056H	06 31 14.74812	036 53 06.14307	191.175	HRC056_F	Ponto 56a.JPG
HRC057	A057H	06 32 05.12076	036 47 04.90997	229.076	HRC057_F	Ponto 57a.JPG
HRC058	A058H	06 34 43.17039	036 46 11.06304	229.685	HRC058_F	Ponto 58a.JPG
HRC059	A059H	06 37 04.35301	036 43 19.04180	246.112	HRC059_F	Ponto 59a.JPG
HRC060	A060H	06 38 19.24302	036 47 34.30599	287.682	HRC060_F	Ponto 60a.JPG
HRC061	A061H	06 35 27.48712	036 55 07.22767	194.582	HRC061_F	Ponto 61a.JPG
HRC062	A062H	06 35 59.47816	036 55 04.64316	210.605	HRC062_F	Ponto 62a.JPG
HRC063	A063H	06 35 08.00874	036 53 33.59324	212.626	HRC063_F	Ponto 63a.JPG
HRC064	A064H	06 38 00.35097	036 51 11.27229	221.048	HRC064_F	Ponto 64a.JPG
HRC065	A065H	06 38 54.29540	036 52 19.46712	226.248	HRC065_F	Ponto 65a.JPG
HRC066	A066H	06 42 15.79580	036 45 45.25713	265.506	HRC066_F	Ponto 66a.JPG
HRC067	A067H	06 45 35.77847	036 47 13.77415	299.844	HRC067_F	Ponto 67a.JPG
HRC068	A068H	06 45 17.70609	036 48 28.04837	295.338	HRC068_F	Ponto 68a.JPG
HRC069	A069H	06 42 49.20721	036 55 48.63081	238.170	HRC069_F	Ponto 69a.JPG
HRC070	A070H	06 42 52.43095	036 54 58.51698	238.062	HRC070_F	Ponto 70a.JPG

359 rows fetched in 0.0107s (0.0006s)

Figura 4 – Dados da Tabela de Pontos Coletados

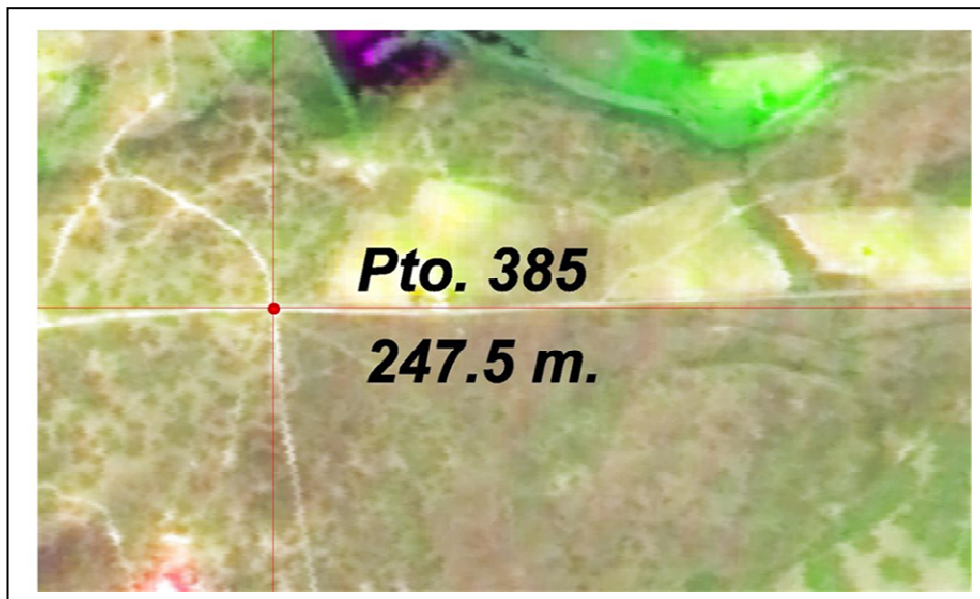


Figura 5 – Ponto de controle no cruzamento de estrada

LEVANTAMENTO GPS		
PROJETO: PONTOS DE CONTROLE PARA IMAGENS DE SATÉLITE		
DESIGNAÇÃO DO PONTO: HRC385		
EQUIPAMENTO	DATA 22 / 07 / 2009	PDOP: 6
GPS: Topcon-Hiper-L1/2	<input checked="" type="checkbox"/> ROVER	VDOP:
No.: 1668	<input type="checkbox"/> BASE	HDOF:
ANTENA: Integrada	INÍCIO: 12:52	ELEVACÃO(°): 15
No.: 1668	FIM: 13:12	H.ANTENA(m) 1,975
<input checked="" type="checkbox"/> ESTÁTICO	EPOCAS: 80	<input checked="" type="checkbox"/> INCLINADA
<input type="checkbox"/> CINEMÁTICO	PONTOS/SEG: 15 seg.	<input type="checkbox"/> VERTICAL
<input type="checkbox"/> POS PROC.	BASELINE: CRAT	<input type="checkbox"/> OFFSET
<input type="checkbox"/> TEMPO REAL	OPERADOR: GURGEL	SIST.REF. WGS84
<input type="checkbox"/> COORD. UTM	<input type="checkbox"/> COORD. GEOGRÁFICAS	<input checked="" type="checkbox"/> COORD. AMBAS
CROQUI E DESCRIÇÃO DO PONTO		
		

FOTOS DO PONTO	
	
	
IDENTIFICAÇÃO DO PONTO <input type="checkbox"/> URBANO <input checked="" type="checkbox"/> RURAL <input checked="" type="checkbox"/> PONTO MATERIALIZADO <input type="checkbox"/> PONTO MONUMENTADO <input type="checkbox"/> NÃO MATERIALIZADO INPE - 001	CONDIÇÕES METEOROLÓGICAS <input checked="" type="checkbox"/> PARCIALMENTE ENCOBERTO <input type="checkbox"/> TOTALMENTE COBERTO <input type="checkbox"/> CHUVOSO <input type="checkbox"/> PRESENÇA DE CB <input type="checkbox"/> CÉU CLARO

Figura 6 – Ficha Técnica do ponto coletado 385

3.4. Sistema de Informação Geográfica

O SPRING é um Sistema de Informação Geográfica, desenvolvido pelo INPE www.dpi.inpe.br, composto de funções de processamento de imagens, análise espacial, modelagem numérica de terreno, edição, importação, exportação e consultas a um banco de dados geográficos. Distribuído como software livre para sistemas operacionais Linux e Windows, através do endereço www.dpi.inpe.br/spring. (INPE, 1996).

O SPRING foi utilizado neste sistema para a realização da retificação das imagens oriundas dos satélites CBERS e LANDSAT, com base nos pontos de controle coletados via GNSS, em trabalho de campo, nos diversos municípios da região Nordeste.

3.5. Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados (SGBD)

O MySQL é um sistema de gerenciamento de banco de dados (SGBD), que utiliza a linguagem SQL (*Structured Query Language* - Linguagem de Consulta Estruturada) como interface. É atualmente um dos bancos de dados mais populares, com mais de 10 milhões de instalações pelo mundo e apresenta as seguintes características (MYSQL, 2007):

O MySQL foi o SGBD utilizado tendo em vista sua portabilidade, por tratar-se de um software livre, além da compatibilidade, desempenho e facilidade de interação com o PHP. E utilizou-se também o MySQL Query Browser, ferramenta gráfica fornecida pelo MySQL que permite criar, executar e otimizar solicitações em Linguagem de Consulta Estruturada (SQL), em ambiente gráfico. Assim como o MySQL Administrator criado para administrar um servidor MySQL, o MySQL Query Browser permite criar e auxiliar na seleção e análise dos dados armazenados dentro de um Banco de Dados MySQL.

3.6. Linguagem de Integração com a web

O PHP (*Hypertext Preprocessor*) é uma linguagem de script bastante utilizada no desenvolvimento de páginas web estáticas ou dinâmicas. Geralmente, os códigos PHP, ou scripts, são delimitados pelas tags `<?php` e `?>`, sendo embutidos nas páginas HTML. O código entre estas tags é processado no servidor Apache, antes da página ser enviada ao cliente (navegador ou webbrowser). O código fonte de PHP é portátil, aberto e escrito em linguagem C. As funcionalidades específicas, como manipulação de documentos (XML, PDF e etc) e comunicação com bancos de dados (MySQL, PostgreSQL, Oracle e etc), são fornecidas através de extensões.

O PHP foi utilizado em conjunto com HTML na confecção da página de interação para o usuário web.

Para tanto são de fundamental importância à coleta, o armazenamento e o cruzamento dos dados obtidos de modo a possibilitar para o usuário web as imagens corrigidas a partir dos

pontos geodésicos coletados em campo, além do que também será viável ao usuário realizar a transformação de projeção dessas imagens.

4. Resultados e Discussão

A viabilidade de imagens de satélites corrigidas e disponibilizadas a partir da interação realizada pelo usuário com o banco de dados via web, através do endereço <http://www.nctn.crn2.inpe.br/> Pontos GNSS, cuja introdução de coordenadas geográficas pelo usuário, referente ao ponto ou área de interesse, assim como, para imagens de alta, média ou baixa resolução desejadas resultará na geração de uma avaliação visual conforme Figura 7. Cujo histórico consiste de links para a ficha técnica, data da observação do relatório de processamento, fotografias, imagens do ponto de controle e imagens retificadas.

O resultado obtido com o projeto do banco de dados via web facilita ao usuário de realizar diversos passos e evitar dificuldades pertinentes no registro de imagens, uma vez que a obtenção dessas imagens otimiza o tempo do usuário de sensoriamento remoto.

BANCO DE DADOS DE PONTOS DE CONTROLE GNSS(Global Navigation Satellite System)													
Ponto	Latitude (S)	Longitude (O)	Altitude (m)	Ficha Técnica (PDF)	Foto1 (GNSS)	Foto2 (GNSS)	Foto3 (GNSS)	Foto4 (GNSS)	SatéliteZoom	SatéliteFull1	SatéliteFull2	SatéliteFull3	Satél
A381H	06 00 59.78450	038 09 35.50101	176.543	HRC381 F	Ponto381a	Ponto381b	Ponto381c	Ponto381d	Ponto 381 C	149 A 107 1 C	149 A 107 2 C		
A382H	06 02 08.03402	038 03 04.34800	642.523	HRC382 F	Ponto382a	Ponto382b	Ponto382c	Ponto382d	Ponto 382 C	149 B 107 2 C	149 A 107 2 C	149 A 107 1 C	
A384H	06 03 28.9966	038 10 47.00111	175.789	HRC384 F	Ponto384a	Ponto384b	Ponto384c	Ponto384d	Ponto 384 C	149 A 107 2 C			
A385H	06 06 27.86201	038 03 53.46754	247.563	HRC385 F	Ponto385a	Ponto385b	Ponto385c	Ponto385d	Ponto 385 C	149 B 107 2 C	149 A 107 2 C		
A387H	06 11 45.18013	038 12 49.46783	229.891	HRC387 F	Ponto387a	Ponto387b	Ponto387c	Ponto387d	Ponto 387 C	149 A 107 2 C	149 A 107 3 C		
A388H	06 12 57.40936	038 05 59.98045	239.834	HRC388 F	Ponto388a	Ponto388b	Ponto388c	Ponto388d	Ponto 388 C	149 B 107 3 C	149 A 107 3 C	149 A 107 2 C	
A390H	06 14 52.94804	038 11 09.21375	232.090	HRC390 F	Ponto390a	Ponto390b	Ponto390c	Ponto390d	Ponto 390 C	149 A 107 3 C			
A430H	06 06 22.66245	037 56 36.44284	633.088	HRC430 F	Ponto430a	Ponto430b	Ponto430c	Ponto430d	Ponto 430 C	149 B 107 2 C			
A431H	06 00 10.24830	037 56 42.30207	192.705	HRC431 F	Ponto431a	Ponto431b	Ponto431c	Ponto431d	Ponto 431 C	149 B 107 2 C	149 B 107 1 C		
A434H	06 10 12.29513	038 06 50.14165	218.944	HRC434 F	Ponto434a	Ponto434b	Ponto434c	Ponto434d	Ponto 434 C	149 B 107 3 C	149 A 107 3 C	149 B 107 2 C	149 A
A435H	06 10 30.81376	037 59 55.02414	274.802	HRC435 F	Ponto435a	Ponto435b	Ponto435c	Ponto435d	Ponto 435 C	149 B 107 3 C	149 B 107 2 C		
A437H	06 15 29.46190	038 00 29.67794	267.331	HRC437 F	Ponto437a	Ponto437b	Ponto437c	Ponto437d	Ponto 437 C	149 B 107 3 C			

Figura 7– Histórico de informações do ponto desejado

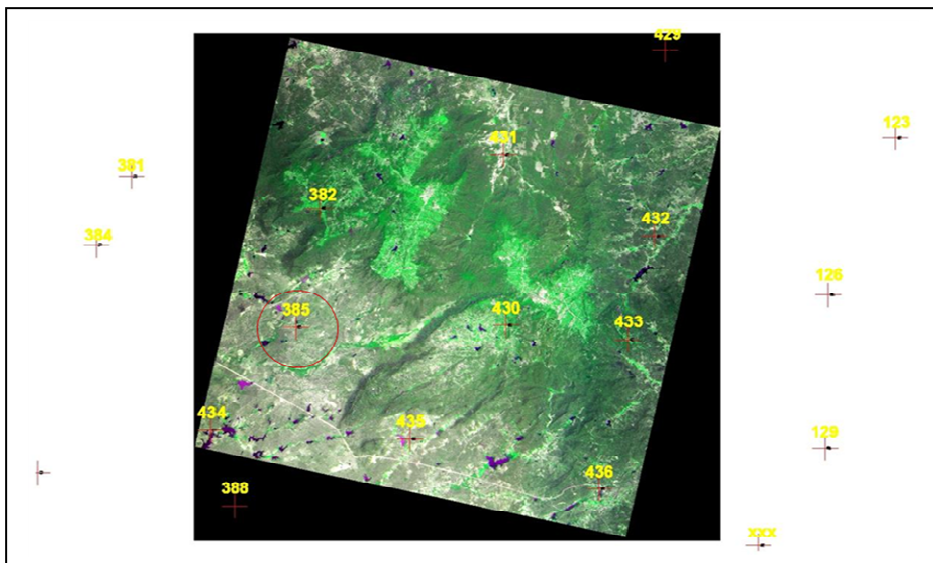


Figura 8 – Imagem Georeferenciada

5. Conclusões

Para trabalhos futuros, planeja-se abranger toda a região Nordeste através da ampliação da quantidade de pontos nos municípios da Região Nordeste, bem como monumentalizar todos os pontos que forem implantados em áreas urbanas. E Estender o Banco de Dados para disponibilizar uma gama de imagens corrigidas.

6. Referências Bibliográficas

MOREIRA, M.A. Fundamentos do sensoriamento remoto e metodologias de aplicação. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2011. 320p.

CRÓSTRA, A. P. Processamento digital de imagens de sensoriamento remoto. 4 ed. rev. Campinas: Instituto de Geografia – UNICAMP, 2002. p164.

RICHARDS, J. A.; JIA, X. Remote sensing digital image analysis: an introduction. Fourth Edition. New York: Springer Verlag, 431p., 2006.

CRN, CENTRO REGIONAL DO NORDESTE. Banco de Dados de Pontos de Controle GNSS imagens, 2010. Disponível em: [http://www.nctn.crn2.inpe.br/Pontos GNSS /](http://www.nctn.crn2.inpe.br/Pontos_GNSS/) Acesso em: 17/11/2012.

INPE, INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. Catálogo de imagens, 2010. Disponível em: www.inpe.br/ Acesso em: 15/03/2011.

IBGE, INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. RBMC - Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo dos Sistemas GNSS, 2010. Disponível em: [www.ibge.gov.br /](http://www.ibge.gov.br/)Acesso em: 15/03/2011.

CBERS, Satélite Sino Brasileiro de Recursos Terrestres. Aplicações. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. 2009. Disponível em: <http://www.cbbers.inpe.br/pt/programas/p_aplicacoes.htm/ Acesso em: 08 dez 2009.

DGI, Departamento de Geração de Imagens - INPE. Qualidade Geométrica das imagens CBERS-2 e CBERS-2B. 2009. Disponível em: <http://www.dgi.inpe.br/Suporte/files/CBERS2geometria_PT.htm> Acesso em: 08 dez 2009.