



Ministério da  
Ciência e Tecnologia



INPE-16076-RPQ/825

**GERAÇÃO DE UM CATÁLOGO DE FOTOGRAFIAS  
AÉREAS DE PEQUENO FORMATO (FPAF) PARA  
VALIDAÇÃO DE FOCOS DE QUEIMADAS  
DETECTADOS POR SENSORES ORBITAIS NO  
ESTADO DO MATO GROSSO, 2007**

Alberto W. Setzer  
Dermeval A. Gonçalves  
Fabiano Morelli  
Silvia Cristina de Jesus

Relatório de pesquisa referente ao projeto de validação de produtos operacionais de  
área queimada e de focos detectados por sensores orbitais

Registro do documento original:  
<<http://urlib.net/sid.inpe.br/mtc-m18@80/2009/06.29.16.25>>

INPE  
São José dos Campos  
2009

**PUBLICADO POR:**

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE

Gabinete do Diretor (GB)

Serviço de Informação e Documentação (SID)

Caixa Postal 515 - CEP 12.245-970

São José dos Campos - SP - Brasil

Tel.:(012) 3945-6911/6923

Fax: (012) 3945-6919

E-mail: [pubtcc@sid.inpe.br](mailto:pubtcc@sid.inpe.br)

**CONSELHO DE EDITORAÇÃO:****Presidente:**

Dr. Gerald Jean Francis Banon - Coordenação Observação da Terra (OBT)

**Membros:**

Dr<sup>a</sup> Maria do Carmo de Andrade Nono - Conselho de Pós-Graduação

Dr. Haroldo Fraga de Campos Velho - Centro de Tecnologias Especiais (CTE)

Dr<sup>a</sup> Inez Staciarini Batista - Coordenação Ciências Espaciais e Atmosféricas (CEA)

Marciana Leite Ribeiro - Serviço de Informação e Documentação (SID)

Dr. Ralf Gielow - Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPT)

Dr. Wilson Yamaguti - Coordenação Engenharia e Tecnologia Espacial (ETE)

**BIBLIOTECA DIGITAL:**

Dr. Gerald Jean Francis Banon - Coordenação de Observação da Terra (OBT)

Marciana Leite Ribeiro - Serviço de Informação e Documentação (SID)

Jefferson Andrade Ancelmo - Serviço de Informação e Documentação (SID)

Simone A. Del-Ducca Barbedo - Serviço de Informação e Documentação (SID)

**REVISÃO E NORMALIZAÇÃO DOCUMENTÁRIA:**

Marciana Leite Ribeiro - Serviço de Informação e Documentação (SID)

Marilúcia Santos Melo Cid - Serviço de Informação e Documentação (SID)

Yolanda Ribeiro da Silva Souza - Serviço de Informação e Documentação (SID)

**EDITORAÇÃO ELETRÔNICA:**

Viveca Sant´Ana Lemos - Serviço de Informação e Documentação (SID)

## RESUMO

Este trabalho teve como objetivo realizar um levantamento de fotografias aéreas de baixa altitude e pequeno formato (FAPF) em regiões previamente selecionadas dentro estado do Mato Grosso, em outubro de 2007, visando registrar a ocorrência de queimadas e criar um catálogo digital dessas fotografias. As fotografias foram coletadas com a aeronave do INPE, e posteriormente catalogadas, e estão disponíveis na Internet (<http://pirandira.cptec.inpe.br/queimadas/catalogo/catalogo.htm>). Do total de 1373 fotografias, 1180 apresentam informações úteis que podem ser aplicadas diretamente nos estudos de validação. A continuação do trabalho deverá contemplar o mosaico e georreferenciamento dessas fotografias, e as análises de validação dos focos de queimadas produzidos pelo INPE.

## **REGISTER OF A SMALL FORMAT AERIAL PHOTOS CATALOGUE FOR VALIDATION OF FIRE POINTS DETECTED BY ORBITAL SENSORS**

### **ABSTRACT**

The objective of this work was to survey areas with occurrences of vegetation fires using small-format low-altitude aerial photography of previously selected regions in the state of Mato Grosso, in order to create a digital catalog of the images and of their interpretation. The photographs were collected with the INPE's airplane and are available online with results of their visual interpretation (<http://pirandira.cptec.inpe.br/queimadas/catalogo/catalogo.htm> ). From the total of 1373 photographs, 1180 presented useful information that was used in a validation study. Further efforts will georeference the images and produce their mosaics, as well as the results of the validation effort.

## SUMÁRIO

	<u>Pág.</u>
<b>LISTA DE FIGURAS</b>	
<b>LISTA DE TABELAS</b>	
<b>1 INTRODUÇÃO</b>	7
<b>2 MATERIAIS E MÉTODOS</b>	
<b>2.1 Área de Estudo</b>	8
<b>2.2 Planejamento de vôo</b>	9
<b>2.3 Aquisição das fotografias</b>	10
<b>2.4 Geração do Catálogo de Fotografias</b>	10
<b>3 RESULTADOS</b>	
<b>3.1 Avaliação das fotografias</b>	14
<b>4 CONCLUSÃO</b>	15
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	17

## LISTA DE FIGURAS

	<b><u>Pág.</u></b>
2.1 Localização da área de estudo e trajetos dos vôos	8
2.2 Aeronave Bandeirante modelo EMB110.	9
3.1 Área de influência dos focos de calor nas proximidades das áreas fotografadas	14
3.2 Percentual de aerofotografias úteis	15

## LISTA DE TABELAS

	<u>Pág.</u>
2.1 Principais características dos vôos	10

## **1 INTRODUÇÃO**

Os focos de queimadas detectados pelos diversos sensores orbitais e distribuídos pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) são utilizados para fins diversos, tais como combate ao fogo, estatísticas de emissões de gases, trabalhos científicos, entre outros (INPE, 2008). A acurácia dos algoritmos de detecção e a confiabilidade destes dados devem, portanto, ser avaliadas, de modo que seja possível estimar sua incerteza e aperfeiçoar os produtos existentes.

As Fotografias Aéreas de Pequeno Formato (FAPFs) são obtidas por câmeras digitais fotográficas convencionais e são tomadas em linhas de vôo, usualmente paralelas e com certo valor de superposições longitudinal e lateral. Constituem uma opção adicional para a análise em alta resolução dos focos e cicatrizes de queimadas, de fácil obtenção e custo reduzido. Por serem adquiridas em baixas altitudes (aproximadamente 1300 m), as FAPFs apresentam alta resolução e imagens de grande escala, em detrimento da área de cobertura do imageamento, sendo apropriadas para investigações detalhadas de alvos de extensão reduzida (ABER e ABER, 2002; DISPERATI, 1991).

Este trabalho teve como objetivo realizar um levantamento de fotografias aéreas de pequeno formato (FAPF) com a aeronave do INPE em outubro de 2007, em regiões previamente selecionadas dentro estado do Mato Grosso, visando registrar a ocorrência de queimadas e criar um catálogo digital dessas fotografias.



## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1 Área de Estudo

A área do sobrevôo compreendeu parte da região Norte do Estado do Mato Grosso, nas proximidades dos Municípios de Alta Floresta (de onde partiram os vôos) e Sinop (Figura 2.1). Os critérios para definir o trajeto de vôo consideraram os seguintes itens para priorizar os trechos a serem fotografados:

- 1) Todo o trajeto deveria ter boas condições de tempo previstas;
- 2) Respeitar a autonomia máxima de quatro horas de vôo
- 3) Sobrevoar Terras Indígenas (TI) e Unidades de Conservação (UC) com maiores densidades de focos de queima nos dias antecedentes.
- 4) Sobrevoar outras áreas com alta quantidade de focos.

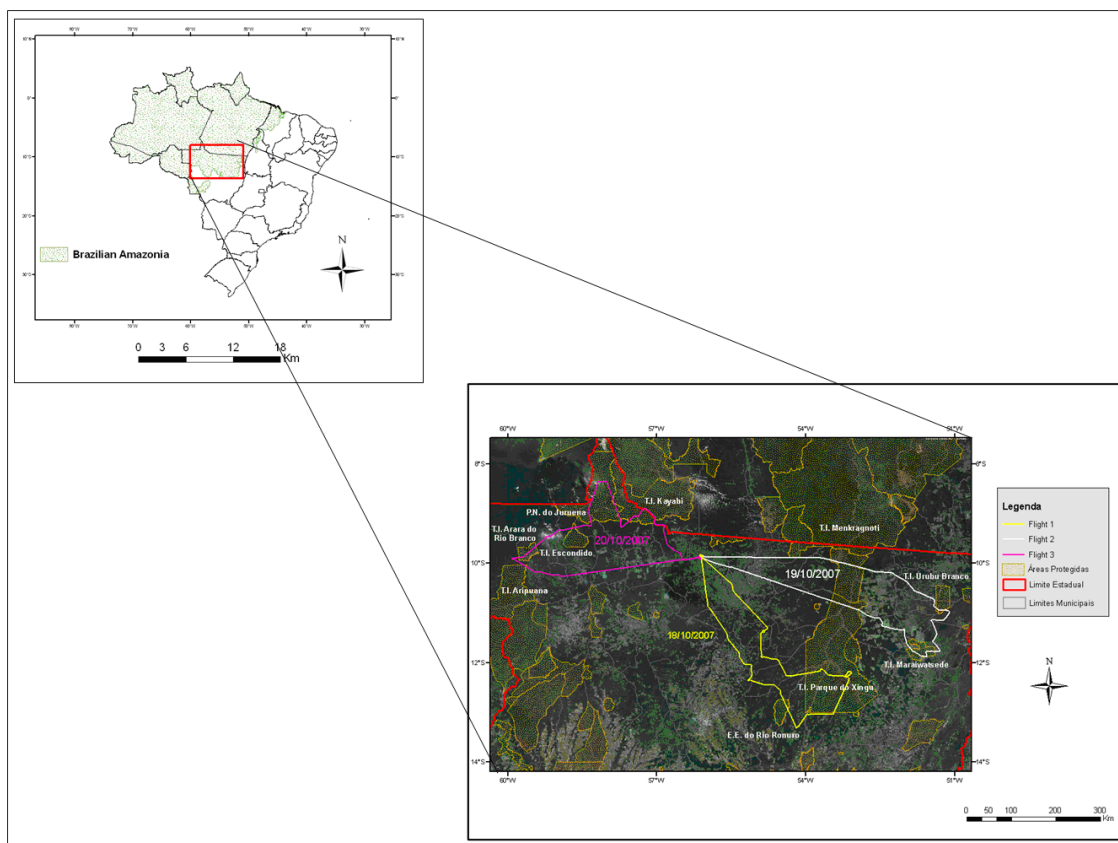


Figura 2.1 Localização da área de estudo e trajetos dos vôos

## 2.2 Planejamento de voo

O planejamento da missão iniciou com a seleção das melhores datas para sobrevôo na região Norte do Estado do Mato Grosso, considerando o registro de focos em anos anteriores, e as datas em que haveria maior cobertura de imageamento do sensor MODIS dos satélites Aqua e Terra. Durante a execução do levantamento aéreo foram realizadas outras atividades em conjunto com as equipes de Sondagens Atmosféricas e Qualidade do Ar do INPE/CPTEC, Equipe de Aerossóis do Instituto de Física da USP e Equipe de Sondagens Atmosféricas da NASA/UMBC (University of Maryland in Baltimore County, MD). Devido a ajustes logísticos, a Equipe de Monitoramento de Queimadas do INPE pode utilizar parte do espaço disponível na aeronave bimotor Bandeirante modelo EMB110 do INPE durante os dias 18, 19 e 20 de outubro de 2007. Esta aeronave possui orifícios na parte inferior de sua fuselagem, próprios para a instalação de câmeras (Figura 2.2).



Figura 2.2 Aeronave Bandeirante modelo EMB110.

As principais características de cada voo estão sumarizadas na Tabela 2.1. Foram percorridos mais de 3750 km durante treze horas de voo, nas quais foram obtidas 1373 fotografias em formato digital.

Tabela 2.1 Principais características dos vôos

<b>Vôos</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<b>Data</b>	18/Outubro	19/Outubro	20/Outubro
<b>Distância percorrida (km)</b>	1250	1350	1150
<b>Quantidade de fotografias</b>	577	392	404
<b>Meta</b>	T. I. Parque do Xingu	T.I. Maraiwatsede e T.I. Urubu Branco	T.I. Kayabi, T.I. Arara do Rio Branco e Parque Nacional do Juruena

### 2.3 Aquisição das fotografias

Foi utilizada uma câmera fotográfica Nikon D1x, equipada com lente com ângulo de visão de 63° e configurada com resolução máxima de 5,6 megapixels, fixada no orifício ventral da aeronave com seu eixo ótico orientado perpendicularmente ao plano da aeronave e com base orientada no eixo longitudinal da aeronave, em altitude variando entre 1200 a 1500 metros.

As fotografias foram obtidas a partir de disparos manuais e possuem dimensão aproximada de 3008 x 1960 pixels, cobrindo uma área equivalente a 900 x 1400 metros em média. A localização aproximada do centro de cada fotografia foi registrada por um GPS Etrex acoplado à câmara e por um segundo sistema que registrava o trajeto percorrido.

### 2.4 Geração do Catálogo de Fotografias

A documentação das fotografias incluiu a geração de um arquivo vetorial de polígonos representando a área fotografada cujos atributos estão elencados a seguir. Os atributos de documentação do vôo registram o local, a posição da aeronave e o momento em que as fotografias foram obtidas. Os atributos de interpretação visual das fotografias fornecem informações sobre a cobertura do solo que possam contribuir nos resultados de validação dos focos de queimadas. Os atributos adicionais consideram informações

como o *quicklook* da aerofotografia, quantidade de focos de calor na área da foto, e da quantidade de focos de calor que estejam a uma determinada distância conforme o sensor considerado, e outros atributos utilizados para estimar a área da superfície imageada em cada fotografia.

#### Documentação do voo

- FOTO

Nome do arquivo original da foto de acordo com o padrão dsc\_XXXX.tif, onde XXXX é um número seqüencial iniciado em 3150 e terminado em 4522.

- LAT

Latitude no formato DD MM SS.S Sul (WGS84).

- LONG

Longitude no formato DD MM SS.S Oeste (WGS84).

- LATITUDE

Resultado da conversão do campo LAT para o formato -DD.DDDDDDDDD (WGS84). Nos casos de indisponibilidade de valor no campo LAT foi utilizada uma coordenada do log de voo.

- LONGITUDE

Resultado da conversão do campo LONG para o formato -DD.DDDDDDDDD (WGS84). Nos casos de indisponibilidade de valor no campo LONG foi utilizada uma coordenada do log de voo.

- GPS

Identificação do receptor GPS utilizado na localização da foto. Foram utilizados os valores “CAMERA” para o receptor da própria máquina fotográfica e “GARMIN” para o receptor do avião.

- ALTITUDE

Altitude de voo em metros, registrada pelo GPS (referência: nível marítimo).

- DATA

Data da obtenção das fotos.

- HORA

Horário GMT da obtenção das fotos.

- EXPOSICAO

Denominador da fração do tempo de exposição utilizada para a obtenção da fotografia.

### Interpretação visual das fotografias

- CICFLOREST

Percentual da área da superfície fotografada com cicatriz de queimadas em área de floresta.

- CICDESMAT

Percentual da área da superfície fotografada com cicatriz de queimadas em área desmatada.

- CICFLOANT

Percentual da área da superfície fotografada com cicatriz de queimadas antigas em área de floresta.

- CICDESANT

Percentual da área da superfície fotografada com cicatriz de queimadas antigas em área desmatada.

- FOGO

Existência de queimadas ativas (“sim” ou “não”).

- CONSTRUCAO

Existência de construções ou benfeitorias (“sim” ou “não”).

- CARVOARIA

Existência de carvoarias (“sim” ou “não”).

- NUVEM

Existência de nuvens (“sim” ou “não”).

- AGUA

Existência de corpos d’água (“sim” ou “não”).

- FLORESTA

Percentual da área da superfície fotografada com área de floresta.

- ANTROPICO

Percentual da área da superfície fotografada com área antropizada.

- SOLOEXP

Percentual da área da superfície fotografada com área de solo exposto.

- VEGALT

Percentual da área da superfície fotografada com área de vegetação alterada.

- DESMRECENT

Percentual da área da superfície fotografada com área de desmatamento recente.

- OBS

Observações gerais sobre a interpretação da fotografia.

#### Atributos Adicionais

- QUICKLOOK

Endereço do arquivo de *quicklook* da fotografia que pode ser utilizado como *hotlink* nos SIGs.

- LOCAL

Agrupamento de fotos de acordo com a formação X-YY, onde X é número do voo e YY é um número sequencial.

- QTFOCO

Quantidade de focos de calor identificados por todos os satélites na área da fotografia.

- QTFOCOBUFF

Quantidade de focos de calor na área e nas proximidades da área fotografada (até 1 km para os focos identificados pelos satélites NOAA, MODIS e METEOSAT e 2,5 km para os focos identificados pelo GOES).

- RELEVO

Altitude, em metros, do relevo (referência: nível do mar).

- ALTVOO

Altura de voo em metros (referência: nível da superfície terrestre).

- LENGHT

Largura aproximada, em metros, da superfície fotografada.

- WIDTH

Comprimento aproximado, em metros, da superfície fotografada.

- POLIGONO

Identificação do polígono utilizado para representar a área da fotografia obtida.

### 3 RESULTADOS

O produto obtido pelo aerolevantamento fotográfico está disponível em um catálogo online, no endereço [<http://pirandira.cptec.inpe.br/queimadas/catalogo/catalogo.htm>], onde é possível obter os arquivos vetoriais referentes ao percurso de vôo, limites e centróides das aerofotografias, com a tabela de atributos associada, além dos arquivos vetoriais de focos de queima considerados neste trabalho. Também estão disponíveis os *quicklooks* de todas as 1373 fotografias aéreas.

#### 3.1 Avaliação das fotografias

Os atributos do catálogo foram utilizados para qualificar a missão de vôo e quantificar as fotografias úteis para estudos de validação. A partir da interpretação visual das aerofotografias foram gerados arquivos vetoriais das áreas de cicatrizes. Estes dados foram confrontados com os focos de calor detectados no período de 15 de setembro a 19 de outubro de 2007. Para tanto, foram gerados buffers a partir dos focos, com diâmetro de 1 km para os focos NOAA, Terra, Aqua e MMODIS, 5 km para os focos GOES, e 6 km para os focos METEOSAT (Figura 3).

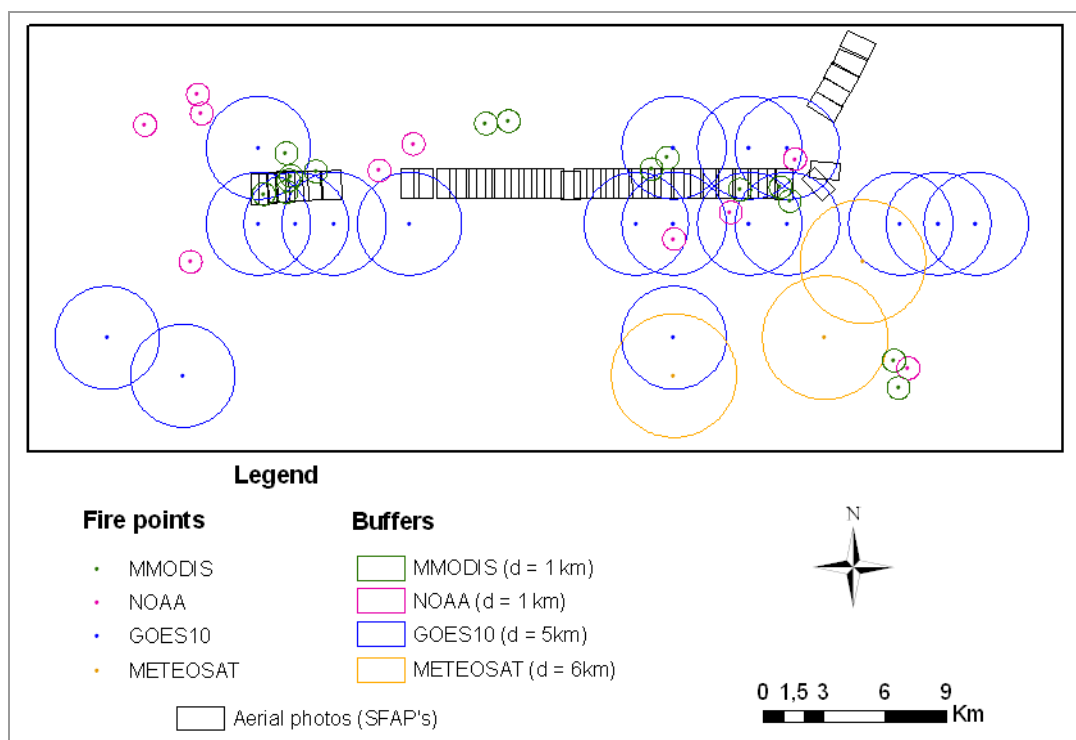


Figura 3.1 Área de influência dos focos de calor nas proximidades das áreas fotografadas

Deste modo, foram quantificadas as fotos com focos e/ou cicatrizes considerando a possibilidade de deslocamento de um pixel dos focos de calor. A eficiência de vôo na missão pode ser avaliada pela percentagem de fotografias que contém informações sobre queimadas. Como apresentado na Figura 4, 86% das aerofotografias apresentaram algum tipo de informação sobre cicatrizes ou incidiram sobre focos de calor.

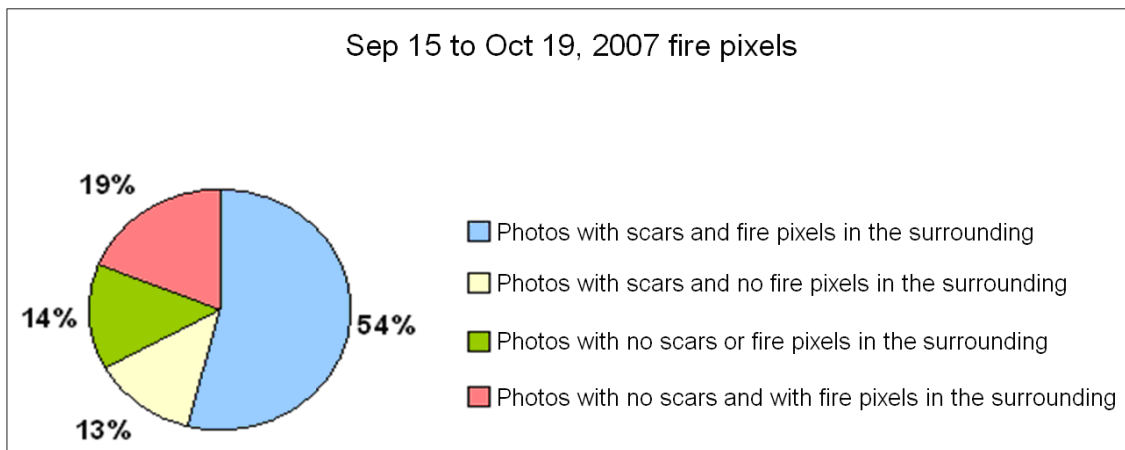


Figura 3.2 Percentual de aerofotografias úteis



#### **4 CONCLUSÃO**

Os objetivos desse trabalho foram atingidos com sucesso e as fotografias foram devidamente coletadas e catalogadas e estão disponíveis on-line. Do total de 1373 fotografias, 1180 apresentam informações úteis que podem ser aplicadas diretamente nos estudos de validação.

A continuação do trabalho deverá contemplar o mosaico e georreferenciamento dessas fotografias e as análises de validação dos focos de queimadas produzidos pelo INPE.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABER, J.S.; ABER, S.W. Unmanned small-format aerial photography from kites for acquiring large scale, high resolution, multiview-angle imagery. In: PECORA 15/LAND SATELLITE INFORMATION IV/ISPRS COMMISSION I/FIEOS, 2002, Denver, CO USA, **Proceedings...** Disponível em <http://www.isprs.org/commission1/proceedings02/paper/00098.pdf> . Acesso em 05 mai. 2009.

DISPERATI, A.A. **Obtenção e uso de fotografias aéreas de pequeno formato.** 1.ed. Curitiba: FUPEF/UFPR, 1991. 290 p.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). **Monitoramento de focos.** Disponível em : <http://sigma.cptec.inpe.br/queimadas/> . Acesso em 05 maio. 2009.