

B4  
P.1V


por Marcos Cicarini Hott<sup>1</sup>, Thiago Gerheim de Andrade<sup>2</sup>, Leticia D'Agosto Miguel Fonseca<sup>2</sup>,  
Maryá Cristina Rabelo<sup>3</sup>, Fábio Homero Diniz<sup>3</sup>, Kasper Kok<sup>4</sup>, Bas Arts<sup>4</sup>

# Processamento de imagens de satélite

## Cobertura florestal e pecuária de leite em assentamentos no município de Eldorado dos Carajás (PA)

### Introdução

Eldorado dos Carajás é um município brasileiro do Estado do Pará, localizado aproximadamente na latitude 06° 06' 15" S e longitude 49° 21' 19" W, estando a uma altitude de 140 metros. Esse município é provido de assentamentos demarcados pelo Incra com o intuito de promover a colonização na região, marcada por conflitos, desenvolver projetos agropecuários e o ordenamento territorial (Figura 1). A partir de estudos realizados na região e com o objetivo de analisar a dinâmica das terras, em termos das alterações no uso e cobertura do solo, obtiveram-se imagens do satélite Landsat-5, sensor TM, que datam de junho ou julho de 1985 a 2010, com precisão temporal de cinco anos, as quais demandam correção geométrica em razão de o registro ser efetuado em nível 4 ou 5 no

- 
- <sup>1</sup> Pesquisador, Embrapa Gado de Leite, Juiz de Fora/Minas Gerais  
<sup>2</sup> Estudante, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora/Minas Gerais  
<sup>3</sup> Pesquisador da Embrapa Gado de Leite, Estudante de doutorado, Wageningen University  
<sup>4</sup> Professores, Wageningen University

Raphael Insidrio

5645  
p.183



Inpe e, conseqüentemente, por conta das efemérides e altitude do satélite e pontos de controle oficiais em sua base. Entretanto, não é efetuado, em princípio, processo de ortorretificação ou mesmo refinamento no georreferenciamento das imagens. Certamente, por causa do volume e especificidades das imagens tratadas. O objetivo deste trabalho foi atribuir precisão geométrica à base de dados satelitária, a qual será analisada para estudos do uso e cobertura da terra nos assentamentos em questão.

Os Sistemas de Informações Geográficas (SIG) mostram-se uma ferramenta útil para orientar o gerenciamento ambiental e realizar diversos estudos no campo geoespacial, atrelando inteligência aos resultados obtidos, além da localização precisa dos objetos estudados em relação à superfície terrestre, de acordo com a escala cartográfica considerada (D'ALGE, 2001; SILVA, 2001; MOREIRA, 2005). A georreferência refere-se à localização de uma imagem ou arquivo vetorial no espaço, definida por um sistema referencial de coordenadas conhecido. Com imagens raster, uma forma comum de georreferência é indicar o sistema de coordenadas geográficas (latitude/longitude), dos cantos superiores e inferiores, esquerdo e direito da imagem (EASTMAN, 1995).

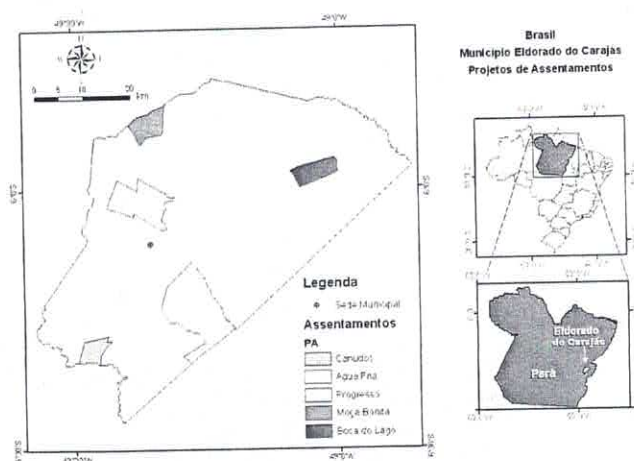
A utilização de técnicas de geoprocessamento permite a realização de cálculos em termos planimétricos que ajustam espacialmente as imagens satelitárias. A utilização de dados de sensoriamento remoto no estudo das transformações do uso e cobertura da terra promove a representação e a análise do espaço geográfico de forma dinâmica, permitindo operações entre mapas, gerando resultados que possibilitam acompanhar temporalmente as transformações ocorridas na área de estudo (SCHEER e ROCHA, 2006).

Visando compreender algumas transformações no uso das terras, objetivou-se constituir uma rede de pontos de controle, utilizando uma imagem ortorretificada obtida do website Global Landcover Facility (GLCF) referente à mesma cena Landsat-5 órbita/ponto 223/64 da região que contempla os assentamentos, corrigindo geometricamente a série temporal de imagens, a partir da identificação de pontos de controle em regiões de fácil correspondência. A vegetação se comporta temporalmente de forma bem diferenciada, podendo apresentar atividade fotossintética mais ou menos intensa, permitindo a expressão dessas características por meio de índices de vegetação (JENSEN, 2009). Dos resultados obtidos, serão realizados estudos de classificação digital de imagens no SIG para identificação e mensuração das alterações na cobertura do solo nos assentamentos, com a utilização da base de pontos obtidos em campo, a qual se configura em verdade terrestre, útil no lançamento de amostras de treinamento e realização de acurácia.

A pecuária tem sido objeto de vários estudos na região amazônica. Enquanto os grandes produtores se dedicam exclusivamente à pecuária de corte, a produção de leite é feita pelos pequenos criadores com o objetivo de propiciar uma melhoria de renda às centenas de famílias dos assentamentos e ainda recuperar as áreas de pasto degradado e recompor a floresta perdida (HOMMA, 2003).

O Estado do Pará tem um grande mercado potencial para produtos lácteos e condições favoráveis para produzir leite suficiente para atender à demanda interna e gerar excedentes para vender a outras regiões do País. Durante esse período de análise – entre 2000 e 2010 –, mais precisamente em 2005, o Estado se posiciona na segunda colocação em produção de leite da Região Norte, tendo produzido, segundo o IBGE, mais de 287 milhões de litros. No sul do Pará, em geral, as propriedades que se dedicam à pecuária leiteira têm as seguintes características: possuem áreas inferiores a 100 hectares, mais da metade com pastos; rebanho de 72 reses, com 17 vacas em lactação, com produção de

**Figura 1 > Município de Eldorado dos Carajás e localização dos assentamentos, objetos de interesse**





► 1,65 litro/vaca/dia no período seco e 2,86 litros no período chuvoso, perfazendo a média anual de 2,42 litros/vaca/dia. A média anual de produção de leite por produtor é de 15 mil litros (FEITOSA, 2003; HOMMA, 2003).

Entre as tecnologias de produção de leite que estão sendo disseminadas para os produtores, merece especial destaque a da Integração Lavoura, Pecuária e Floresta, preconizada por vários pesquisadores. Foram objeto de análise as alterações no uso e coberturas das terras no assentamento Água Fria, como forma de exercitar o ferramental utilizado e com o intuito de explorar a evolução espaço-temporal das principais classes identificáveis pelo processamento das imagens Landsat. Sendo a análise da sensibilidade das técnicas de identificação das alterações e mapeamento, entre os anos 2000 e 2010, útil para estudar os

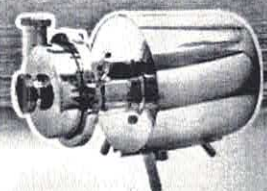
outros assentamentos selecionados no projeto de pesquisa conduzido na Universidade de Wageningen (Wageningen University), na Holanda.

### Material e métodos

As imagens Landsat-5 de Eldorado dos Carajás compreendem o período de 1985 a 2010, com intervalos de cinco anos. Todas essas imagens foram coletadas pelo site do Inpe, utilizando uma imagem relativamente recente dessa área. Em 2006, foi realizada uma correção geométrica dessas imagens. A primeira razão para a realização de correção geométrica de imagens é a existência de distorções sistemáticas introduzidas durante a aquisição das imagens. Portanto, a correção geométrica trata, prioritariamente, da remoção dos erros sistemáticos presentes nas imagens. Outro aspecto importante são os estudos multitemporais, tão

comuns à área de sensoriamento remoto. Eles requerem que uma imagem seja registrada com a outra para que se possa interpretar a resposta de ambas. Em sensoriamento remoto, muitas vezes, a análise comparativa de imagens multitemporais ou a combinação entre imagens de diferentes sensores sobre uma mesma área, ou ainda a justaposição de imagens, se faz necessária. Nesses casos, é preciso assegurar que os pixels das imagens a serem trabalhadas sejam referentes às mesmas áreas no terreno. Mesmo considerando um mesmo sensor, a bordo de um mesmo satélite, dificilmente essa coincidência nos pixels ocorrerá, por causa das distorções não sistemáticas causadas pelos movimentos do satélite. Portanto, antes de se combinar/comparar duas imagens de uma mesma área, é necessário que ambas estejam perfeitamente registradas entre si.

## Tubos e Conexões em Aço Inoxidável Sanitário



- Tubos com e sem costura
- Bombas Centrífugas
- Anéis de Vedação
- Abraçadeiras
- Reduções
- Uniões
- Peças especiais em borracha ou inox
- Válvulas
- Nipples
- Curvas
- Tees

**Normas: TC, SMS, RJT, IDF, DIN, BSP, NPT**

### Allparts Distribuidora Ltda.

R. Padre Estevão Pernet, 1546 - Tatuapé - São Paulo - SP

Tel/Fax: (11) 2097-5356 | 2294-0300 | 2294-9656

e-mail: allparts@allparts.com.br

site: www.allparts.com.br



Distribuidor Autorizado:





➤ Visando a uma análise, interpretação e, conseqüentemente, uma classificação confiável, foi realizada a correção geométrica para cada uma das imagens TM/Landsat-5, seguindo-se os seguintes passos:

- Seleção de uma imagem ortorretificada referente à mesma cena (órbita/ponto - 223/64) (Figura 2);
- Identificação de locais de fácil equivalência em épocas diferentes: cruzamento de estradas, confluência de rios, cantos de talhões agrícolas ou florestais, ambos sem alteração ao longo do tempo analisado (Figura 3);
- Criação de pontos de controle em duas coordenadas: com coordenada geográfica de origem na imagem com distorção aparente e coordenada geográfica de destino na imagem de referência;
- Definição do polinômio de segunda ordem e ajuste;
- Retificação com a reamostragem em 30 m, tamanho original do pixel e método do vizinho mais próximo.

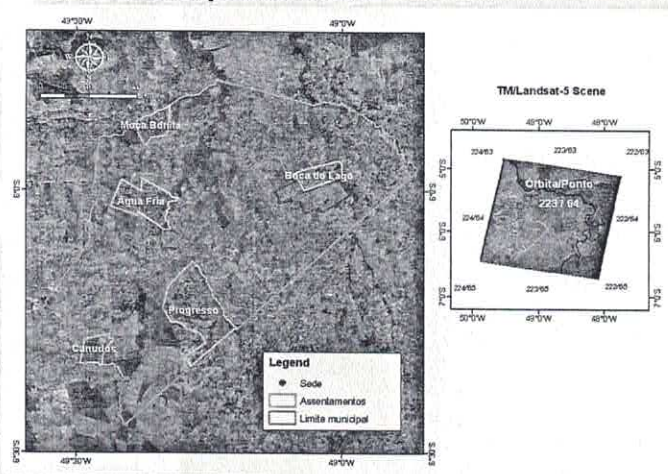
Feitas as respectivas correções geométricas das imagens escolhidas para análise (1985, 1990, 1995, 2000, 2005 e 2010), foram acrescentados a cada projeto layers de assentamentos para conferência.

A partir de estudos realizados na região e com o objetivo de analisar a dinâmica das terras, em termos das alterações na cobertura das terras, utilizaram-se imagens do satélite Landsat-5, sensor TM, anos de 2000 e 2010, para realização de mapeamento temático no assentamento Água Fria, o qual tem na pecuária leiteira hoje sua principal atividade tanto de subsistência quanto econômica.

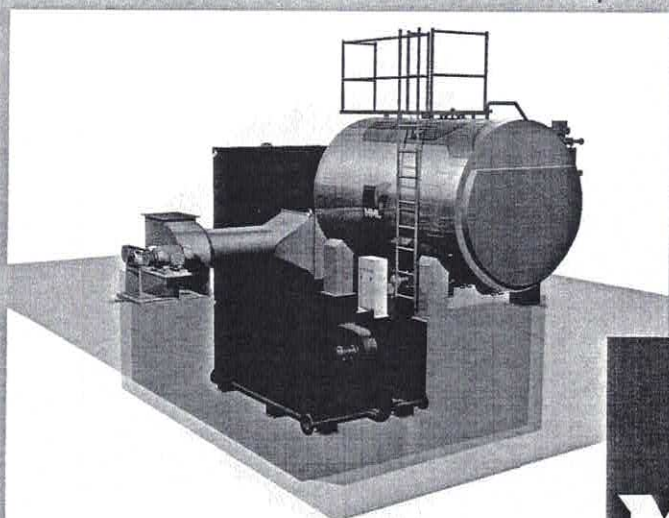
Por meio da coleta de amostras de gradações de floresta, cultivos, solo e água, além de queimada e área urbana do assentamento, foi

possível fazer uma classificação do uso e cobertura e perceber quais os tipos de modificações ocorreram na paisagem e realizar-se uma reclassificação. Foram designadas as seguintes áreas finais, reclassificadas de uso e cobertura das terras: 1) Floresta (floresta ombrófila, primária, secundária ou regenerações); 2) Atividade agropecuária (pastagem, cultura anual e outros cultivos perenes); e 3) Água. Utilizou-se a transformação em Componentes Principais para a classificação dos alvos de interesse.

**Figura 2 > Imagem de referência, ortorretificada, TM/Landsat-5, originalmente correspondente à órbita/ponto 223/64**



## Caldeiras Geradoras de Vapor



| Caldeira Modelo Evolution - Multi Fuel |

Rendimento

Tecnologia

Segurança

Economia



| FALE COM A MML |

Lambari, MG (35) 3271.1657

[www.mmlcaldeiras.com.br](http://www.mmlcaldeiras.com.br)

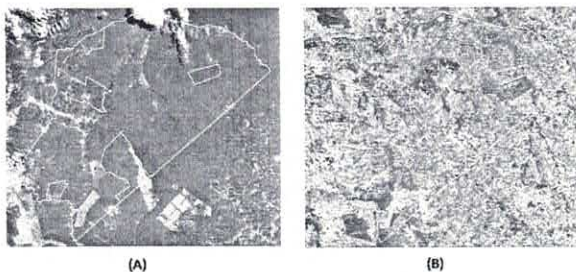
[vendas@mmlcaldeiras.com.br](mailto:vendas@mmlcaldeiras.com.br)



## Resultados e discussão

Foram georreferenciadas as imagens Landsat-5 para posteriores trabalhos de identificação das alterações do uso e cobertura das terras, sem, contudo, a realização de equalização. A tarefa de equalização facilitará a análise das bandas no espaço de atributos, seguida da definição do método estatístico para padronização e análise das mudanças na cobertura vegetal. Na Figura 3, constam composições coloridas falsa-cor nas imagens de 1985 e 2010, para as quais se observa – antes das análises subsequentes em termos espaço-temporal – uma marcante diferença na cobertura vegetal. Sabe-se da substituição de áreas de florestas primárias por pastagens, principalmente, alguns cultivos temporários e vegetação “juquira”, a qual seria um pasto bastante sujo a uma capoeira, composto por vegetação arbóreo-arbustiva secundária e herbácea, surgindo em algumas situações após queimadas. Na composição colorida, as cores mais rosadas equivalem a uma menor expressão da vegetação, caso das pastagens ou vegetação herbácea, enquanto a cor verde-claro corresponde a uma vegetação arbustiva a arbórea em desenvolvimento, isto porque a banda do infravermel-

**Figura 3 > Situação da vegetação em Eldorado dos Carajás: (A) cobertura florestal em 1985 e (B) uso das terras em 2010**



ho próxima, a qual detém uma boa resposta espectral para a vegetação fotossinteticamente ativa, fica posicionada nesta composição RGB (Red, Green e Blue) no canal do verde.

Notadamente, em 1985, toda a extensão do município está bastante coberta por florestas. Contudo, com a colonização intensificada, áreas foram abertas para o desenvolvimento da agropecuária, sendo os assentamentos selecionados para o estudo dotados de um maior acompanhamento de suas atividades, o que possibilita a melhor compreensão de sua dinâmica do uso das terras, aspectos sociais e estratégias de sobrevivência, relacionadas diretamente com a cobertura florestal, regime de posio, percepção dos

assentados acerca do meio ambiente e influência da pecuária leiteira e mista na manutenção dos fragmentos de florestas. Para a observação do fenômeno da dinâmica de uso das terras, com a preservação de áreas florestadas e remoção de áreas em regeneração ou até primárias para a produção agropecuária, elencou-se a última década e o assentamento Água Fria para tal, tendo em vista a notória intervenção antrópica nesse assentamento e a existência de dados de campo a respeito do loteamento realizado. Por meio da Figura 4, onde se apresentam imagens de satélite para o assentamento em questão na última década, percebe-se que, de forma sinótica, houve um maior número de áreas ou manchas

## ENERQUÍMICA® SOLUÇÕES QUÍMICAS PARA EMPRESAS SÓLIDAS

Há 25 anos atendendo laticínios e frigoríficos, com produtos químicos de alta qualidade e economia.

**Transporte próprio**

Divisão de Lavanderias

acidulantes, alvejantes, amaciantes, detergentes, desinfetantes, umectantes

Divisão de Manutenção e Tratamento

decapantes e desengraxantes para pisos, equipamentos, peças e motores, óleos para peças e motores, aditivos, protetores, deslizantes, desingripantes, impermeabilizantes

Divisão de Tratamento de Águas Industriais

aditivos para tratamentos de caldeiras e torres de resfriamento, desincrustantes, tratamento de águas e efluentes

Divisão de Matérias-primas

Álcool, Ácido Nítrico, Ácido Lático, Formol, Hipoclorito, Hidróxido de Sódio líquido (soda líquida), Hidróxido de Sódio sólido (soda escama e pérola), Paraformaldeído, Permanganato

Divisão de Higienização e Sanitização

detergentes, desinfetantes, desinfetantes à base de amônia quaternária, desinfetantes à base de biguanida, desinfetantes à base de iodo, desengraxantes, aditivos, anticorrosivos, sabonetes antisépticos, shampoo para veículos

Consulte nossa linha completa de produtos.

Estivino Fazolin, 151 • Rod. BR 373 KM 343  
Patos • C.P. 193 • Pato Branco • Paraná

Telefax: (46) 3225.1515 • enerquimica@wln.com.br

www.enerquimica.ind.br



desflorestadas (tonalidade rosada) para 2010 em comparação ao ano 2000. Entretanto, observa-se resiliência de regiões desflorestadas em 2000, com áreas que apresentam tonalidade verde escura, típica de floresta, em 2010. Tal fenômeno pode estar associado ao descanso, abandono temporário ou pousio, onde, em razão do rápido desenvolvimento da regeneração natural, o estrato arbóreo-arbustivo se forma.

De forma expedita, apenas com a observação das imagens de satélite ou ainda por meio dos mapas de uso para os dois anos (Figura 5), verifica-se uma alteração importante na cobertura florestal, com uma expansão das áreas cultivadas, representadas por áreas de pastagens,

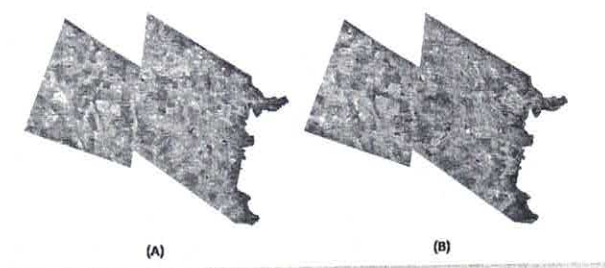
principalmente. De acordo com as Tabelas 1 e 2, as quais representam quadro de dinâmica do uso das terras entre 2000 e 2010, conclui-se, neste cenário, que 43%, ou 23,5 km<sup>2</sup> de florestas do ano 2000, foram substituídos por áreas de cultivos em 2010; e 28%, ou 6,5 km<sup>2</sup> de cultivos originais de 2000, retraíram-se em florestas em 2010. Houve um aumento de 71% nas áreas destinadas à agropecuária e uma redução de 30% na cobertura florestal, neste cenário de avaliação para o projeto de assentamento Água Fria, considerando que, predominantemente, estas áreas de atividades agropecuárias se destinam à bovinocultura, principalmente de leite. Outros cenários, com novas metodologias, poderão

ser configurados para a análise da dinâmica das terras, inclusive para outros assentamentos no município. Os campos da tabela com tonalidade cinza indicam as áreas e percentuais de manutenção de uma determinada classe de cobertura das terras em 2010, em comparação a 2000.

### Conclusões

Para o processo de correção geométrica de imagens e mapas digitais, devem-se tomar os pontos de controle distribuídos por toda a superfície da imagem ou mapa, e de preferência próximos aos cantos da imagem ou mapa. Para permitir um bom georreferenciamento, estes pontos devem ser perfeitamente visíveis tanto na imagem ou mapa digital quanto nas cartas topográficas. O polinômio de segunda ordem possibilitou uma boa precisão no georreferenciamento, abaixo de cinco metros em termos de erro quadrático. Ao longo dos últimos 25 anos, no assentamento de Eldorado dos Carajás, consegue-se observar muita alteração na vegetação densa, o que será corroborado com a avaliação dos cenários por meio da análise dos componentes principais entre as bandas, da classificação digital e aplicação de ferramenta apropriado no SIG para

**Figura 4 > Alterações na cobertura terrestre no assentamento Água Fria: (A) mosaico de floresta primária, secundária e regeneração no ano 2000 e (B) dinâmica florestal observada em 2010**



**Genkor**  
**Lac**

# SOLUÇÕES PARA LATICÍNIOS

## GENKOR

GenkorLac é uma linha de ingredientes composta por sistemas estabilizantes, espessantes, corantes naturais, agentes de corpo e sais fundentes para produtos lácteos.

#### Aplicações:

- Creme de Leite
- Bebida UHT
- Bebida Fermentada
- Petit Suisse
- Lactase
- Iogurte
- Iogurte Grego
- Requeijão
- Sobremesas Diversas

Consulte também sobre soluções e ingredientes desenvolvidos de forma customizada.

Multmix

Lac

Cremifacile

Genkor  
Lact

Genkor  
MIX

Multmix  
Lac

Genkor  
Pasta

Genkor  
UP

Conheça outras tecnologias e soluções Genkor disponíveis para seu negócio acessando [www.genkor.com.br](http://www.genkor.com.br)

Genkor  
Ingredientes

f. 19 3246-3186



► mensuração dessas modificações na cobertura vegetal dos assentamentos em Eldorado dos Carajás.

Para essa etapa do trabalho, concluiu-se que houve uma grande modificação na cobertura florestal do assentamento Água Fria no decorrer de uma década. Contudo, mais estudos sobre a área devem ser efetuados para melhoria dos resultados e acurácia, além de análises em outros assentamentos. De acordo com os

resultados de mapeamento, 43% das áreas de floresta neste assentamento foram convertidas em áreas de manejo agropecuário na última década, mas por volta de 28% das áreas classificadas como agropecuária foram reconvertidas a floresta. Isso se deve à visão do assentado de que grande parte das áreas em regeneração, as quais possuem características de estrato arbóreo-arbustivo, é na realidade composta por áreas de posio,

as quais retornam à atividade leiteira, por exemplo, após nova abertura ou intervenção. A integração silvipastoril pode ser interpretada nessa análise como área florestal em razão da expressão típica de floresta pelas imagens de satélite, a despeito do manejo pecuário coexistente. ■

#### Agradecimentos

A Embrapa Gado de Leite pelo apoio ao trabalho. A Universidade de Wageningen pela concessão da base de dados do projeto de pesquisa.

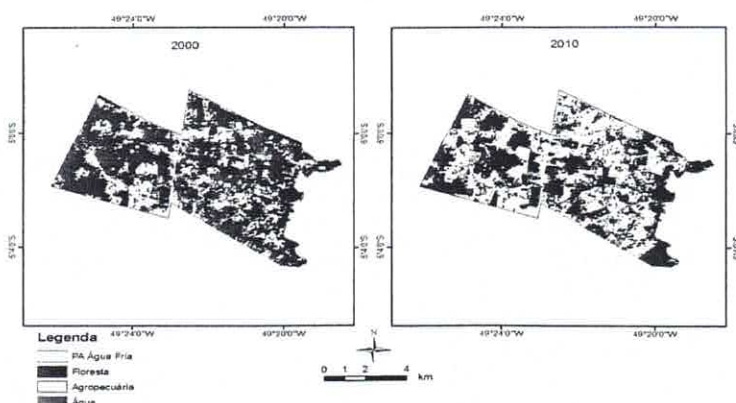
**Tabela 1 > Área de alteração no uso e cobertura das terras entre 2000 e 2010**

Uso/Cobertura (km <sup>2</sup> )	2010				
	2000	Floresta	Agropecuária	Água	Total geral
Floresta		31,76	23,50	0,13	55,39
Agropecuária		6,57	16,92	0,15	23,64
Água		0,10	0,04	0,14	0,27
Total geral		38,43	40,45	0,42	79,30

**Tabela 2 > Percentual de alteração no uso e cobertura das terras no ano 2000 em comparação a 2010**

Uso/Cobertura (km <sup>2</sup> )	2010				
	2000	Floresta	Agropecuária	Água	Total geral
Floresta		57,34	42,43	0,23	100,00
Agropecuária		27,79	71,56	0,64	100,00
Água		35,72	14,46	49,83	100,00

**Figura 5 > Alterações na cobertura florestal e em áreas destinadas à agropecuária no assentamento**



#### Referências

D'ALGE, J. C. L. Geoprocessamento - Teoria e Aplicações - Parte I - Cap. 6 - Cartografia para Geoprocessamento. INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2001.

EASTMAN, J.R. Idrisi for Windows: user's guide. Worcester: Clark University, 1995. 440p.

JENSEN, J. R. Sensoriamento remoto do ambiente: uma perspectiva em recursos terrestres. Tradução (INPE): Epiphany, J.C.N.; Formaggio, A.R.; Santos, A.R.; Rudorff, B.F.T.; Almeida, C.M.; Galvão, L.S. São José dos Campos: Parêntese, 2009. 598 p.

HOMMA, A.K.O. Pecuária leiteira na Amazônia: sugestões para um programa de pesquisa a partir de uma perspectiva ambiental. In: VILELA, D.; BRESSAN, M. (eds.). Workshop sobre identificação das principais restrições ao desenvolvimento da cadeia produtiva do leite da Região Norte do Brasil. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite; Brasília: MCT/CNPq, 2003. Anais. 252p. (Embrapa Gado de Leite. Documentos 91).

IBGE. Banco de Dados Agregados. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br>. Acesso em 30/09/2011.

MOREIRA, M. A. Fundamentos do Sensoriamento Remoto e Metodologias de Aplicação. Viçosa: Ed. UFV, 2005.

SCHEER, M.A.P.S.; ROCHA, J.V. Detecção de mudanças no uso da terra no município de Sertãozinho (SP) por meio de técnicas de geoprocessamento, 1981 - 2001. Rev. Brasileira de Cartografia, n 58, p. 163-174, 2006.

SILVA, A. M. Processamento digital de imagens de satélite. In: Sociedade Brasileira de Cartografia, Geodésia, Fotogrametria e Sensoriamento Remoto. Centro de Eventos da PUCRS - de 07 a 12 de outubro de 2001. (Curso). Porto Alegre - RS. Disponível em <[www.cartografia.org.br](http://www.cartografia.org.br)>. Acesso em: Agosto de 2011.

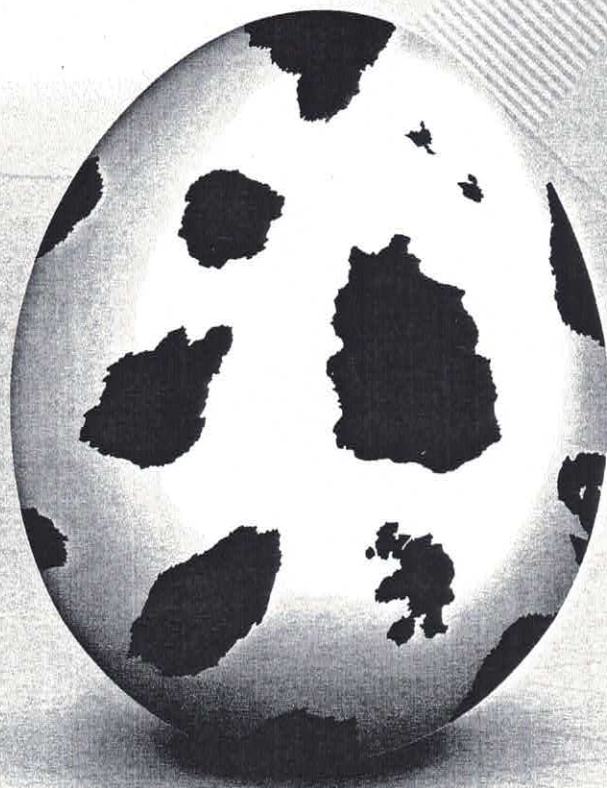


# Leite & Derivados

**BTS**

an informa business

[www.btsinforma.com.br](http://www.btsinforma.com.br)

 Nº 133 • Ano XXI  
 Maio/Junho 2012


## Embalagem segura

As opções dos fornecedores de embalagens para manter a qualidade e a segurança do leite e seus derivados

### Especial

Conheça a Ilha da revista Leite & Derivados durante a Fispal Tecnologia

### Dia Mundial do Leite

Ações de marketing para aumentar o consumo

