

Uso de sensoriamento remoto na detecção de carvoarias

Sabrina Kodjaoglanian Martins Molina¹
Thais Gisele Torres²

¹ Universidade Federal de Mato Grosso do Sul - UFMS
Caixa Postal N°549 - 79060-900 - Campo Grande - MS, Brasil,
sabrina_kmmolina@yahoo.com.br

² Ministério Público do Estado de Mato Grosso do Sul – Procuradoria Geral de Justiça
CEP 79031-907 - Campo Grande – MS, Brasil
thaisgisele_torres@mp.ms.gov.br

Abstract. In Mato Grosso do Sul State had been installed, until the year of 2008, five steels working with charcoal. By the way, the objective of this paper is the identification of coal furnaces, through the detection of hot spots, provided by INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais and areas of deforestation, obtained using satellites images TM/LANDSAT 5. It was used as basic information six coals that presented environmental permission for operation dispatched until the year of 2007 in Bonito city (MS). On the GIS (Geographic Information System) environment, the regions around each coal were analyzed and associated with the hot spots and the areas of deforestation. Summarizing, it was concluded that this parameters were indicators of coal existence. So, cruising these indicators, were found new regions with coal activity between 2003 and 2007. Using high-resolution images of the year of 2006 obtained in the Google Earth (2008) program and investigating the data previously searched, it was found that 3 coals do not have environmental permission, considered by this paper as irregular coals.

Keywords: Coal, hot spot, remote sensing, deforest, GIS (Geographic Information System), carvoaria, foco de calor, sensoriamento remoto, desmatamento, SIG (Sistema de Informação Geográfica).

1. Introdução

O aumento da demanda internacional por ferro e aço tem feito crescer a pressão pelo desmatamento, causando um grande consumo das matas nativas brasileiras (Moraes, 2008). O país se mostra como o maior exportador mundial de ferro-gusa. Desse total produzido, cerca de 33,2% é devido ao uso de carvão vegetal (Romeiro, 1997; Ferraz, 2003). No ano de 2004, as exportações brasileiras de ferro-gusa foram na faixa de 6,2 milhões de toneladas, com o aumento de 39% em volume comparado a 2003 (Carvalho et al., 2008).

No Mato Grosso do Sul existe cinco siderúrgicas em funcionamento. Essas indústrias devem consumir em curto prazo, cerca de 500 mil hectares de florestas, enquanto a produção atual de carvão é de cerca de 120 mil hectares (Hess, 2007; Pinto, 2007).

Para que a lenha seja transformada em carvão num forno do tipo rabo-quente é necessário um período de sete dias. Dentre esses dias são dividido em três para carbonizar, três para esfriar e um para descarregar e encher o forno (Pinheiro, 2005).

Na produção de carvão vegetal, o momento mais crítico é visto na abertura dos fornos. A temperatura varia na faixa de 40°C a 50°C (Lima e Paranhos, 2007). O sensor AVHRR (*Advanced Very High Resolution Radiometer*) capta e registra como focos de calor, temperaturas acima de 47 °C (Antunes; Ribeiro, 2000).

No Brasil, não existem estudos que utilizam os focos de calor para localizar os fornos das carvoarias. Monteiro et al. (2005) realizaram visitas de campo a áreas desmatadas, com critérios de amostragens aleatórios, para aferir coincidências entre desflorestamento e atividades de carvoejamento no Município de Rondon do Pará - PA. Quanto à utilização dos focos de calor para localização de queimadas, Brown e Selhorst (2004) afirmam que estes

dados são excelentes indicadores de onde, quando e com quais frequências as queimadas acontecem, porém alguns erros de inclusão também podem ocorrer devido aos intervalos de passagens dos diferentes satélites.

Este trabalho tem por objetivo verificar se os focos de calor do INPE, cruzados com as áreas de desmatamento, coincidem com as regiões de atividade de carvoejamento autorizadas no Município de Bonito. Testar a metodologia para localizar possíveis carvoarias irregulares no Município de Bonito. Identificar os satélites que apresentam a maior eficácia no número de registro dos focos.

2. Metodologia

2.1 Área de estudo

O Município de Bonito apresenta uma área de 4.934,318 km², portando uma população atual de 17.786 habitantes (IBGE, 2008). Está localizado na região Sudoeste do Estado de Mato Grosso do Sul compreendendo grande parte do Parque Nacional da Serra de Bodoquena. Ele sofre grande pressão antrópica devido alta biodiversidade de suas matas e belezas naturais.

2.2 Carvoarias

Os dados referentes às carvoarias foram disponibilizados pelo Ministério Público Estadual de Mato Grosso do Sul, obtidos junto ao Instituto de Meio Ambiente do Mato Grosso do Sul (IMASUL), órgão responsável pela gestão ambiental no Estado.

Foram coletados os dados de seis carvoarias, do Município de Bonito, que apresentaram autorização para funcionamento expedida até o ano de 2007. Os dados referentes a localização das seis carvoarias podem ser visualizados na Tabela 1.

Tabela 1: Localização das carvoarias que apresentam autorização para funcionamento até o ano de 2007, no Município de Bonito

X(UTM)	Y(UTM)	Autorização da Carvoaria	Nº de Fornos	Propriedade	Autorização da Madeira	Volume (m ³)
584236	7717268	132/2007	30	Fazenda Retiro Velho	684/2005	10000
564209	7717408	134/2007	101	Fazenda U6	982/2005	13056,5
584583	7703384	136/2007	60	Fazenda Andorinha	847/2005	5476,8
546753	7708437	18/2006	30	Fazenda São Sebastião	1024/2004	2303,4
579059	7655940	188/2007	41	Fazenda Santa Fé	258/2006	4000
583748	7711901	84/2006	20	Fazenda Morada da Onça	678/2004	32022,2

2.3 Focos de Calor

Um indicador da existência de carvoarias é a quantidade de focos de calor próximos a ela, podendo ser entendido por focos de calor gerados pelos fornos desta. A periodicidade desses focos também é muito relevante, pois identificam uma atividade contínua de carvoejamento.

Os dados referentes aos focos de calor dos anos de 2003, 2004, 2005, 2006 e 2007 foram obtidos gratuitamente no site do INPE (2008b) por todos os satélites disponibilizados. A razão para essa escolha é avaliar qual satélite apresenta um melhor desempenho na captação de focos de calor.

Segundo o INPE (2008a), existem algumas limitações que prejudicam o registro dos focos de calor e a adotada por este trabalho foi: imprecisão na localização do foco de calor pode chegar a um 6 km de raio. Assim, para avaliar a imprecisão dos satélites foram criados *buffers* com 6 km de raio a partir das carvoarias, demarcando uma região de ocorrências de focos gerados pelos seus fornos.

2.4 Distância do foco de calor a carvoaria

Para determinar se um foco de calor foi em decorrência do calor gerado pelos fornos de uma carvoaria analisaram-se vários indicadores. O primeiro foi a distância entre o foco e a carvoaria, que conforme apresentado possui erro de acurácia de até 6 km. Foi calculada a distância entre duas coordenadas geográficas, foco de calor e carvoaria.

2.5 Demarcação das regiões de desmatamento

O desmatamento foi considerado outro indicador da ação de carvoeiros. A área desmatada pode identificar o volume de carvão produzido pela carvoaria, regida pelo número de fornos.

Para a análise/mapeamento das áreas de desmatamento foram utilizadas as imagens do sensor TM (*Thematic Mapper*) do satélite Landsat-5 referente à órbita 226, pontos 074 e 075, adquiridas nas épocas de seca dos anos de 2003, 2004, 2006 e 2007. A imagem do ano de 2003 foi usada como base, entendendo que o desmatamento teve início depois deste ano, pelo fato de todas as carvoarias do Município de Bonito possuírem licença de retirada de madeira a partir deste ano. Sobrepondo cada uma das imagens, as áreas foram delimitadas, separadas e representadas como segue: 2003 a 2004; 2004 a 2006; 2006 a 2007.

2.6 Áreas de estudo

As áreas de estudo caracterizam-se por regiões de carvoarias, mais especificamente todos os focos de calor registrados dentro dos *buffers* de 6 km somadas às regiões de desmatamento em seu entorno. A partir deste conceito, essas áreas foram analisadas e descritas a seguir.

As áreas de estudo são: área de estudo n° 1, área de estudo n° 2, área de estudo n° 3, área de estudo n° 4, área de estudo n° 5, área de estudo n° 6, área de estudo n° 7 (regiões que caracterizam a atividade de carvoejamento irregular).

2.7 Montagem de dados

Primeiramente, os dados das carvoarias foram transformados em formato digital convertidos em arquivo *shape*. Os focos de calor foram baixados do site do INPE, por ano em formato *shapefile*.

Logo após, esses dados foram inseridos em ambiente SIG na plataforma do PCI Geomatics versão 10.1 (PCI, 2008). Ainda no PCI foram delimitadas as áreas de desmatamento, separadas por ano de ocorrência, através da sobreposições alternadas das imagens LANDSAT TM e criados os *buffers* de 6 km ao redor das carvoarias.

3. Resultados e Discussão

Para uma melhor visualização, os resultados foram divididos em áreas de interesse com as localizações das carvoarias autorizadas e seus respectivos *buffers* com raio de 6 km, os focos de calor dos anos de 2004, 2005, 2006 e 2007 e as áreas de desmatamentos de 2003 a 2004, 2004 a 2006 e 2006 a 2007.

3.1 Área de estudo n° 1

A carvoaria registrada na Fazenda São Sebastião possui 30 fornos com autorização ambiental expedida em 2006 e autorização para exploração de madeira em 2004.

Os focos de calor foram registrados nos anos de 2003, 2004, 2005, 2006 e 2007 dentro do *buffer* de 6 km.

Considerando as melhores condições para o registro dos focos, os satélites TERRA e MODIS-01D, no dia 25/09/07, com 1 (um) dia sem chuva, foram os que apresentaram melhores resultados com relação a proximidade da carvoaria em estudo. Porém o satélite NOAA-12 conseguiu registrar 6 focos de calor, apresentando uma maior continuidade.

As áreas de desmatamento foram analisadas 2003 a 2004, 2004 a 2006 e 2006 a 2007.

Os anos de ocorrência dos desmatamentos são os mesmos que ocorreram os focos de calor. Para cada ano detectado, pelo menos um desmatamento foi registrado. Indicando, assim, uma possível relação entre as duas informações.

Confrontando os anos de ocorrência dos focos de calor e dos desmatamentos, entende-se que houve funcionamento da carvoaria no período de 2004 a 2007. Para a comprovação deste resultado, analisamos juntamente com as autorizações de funcionamento e madeira.

3.2 Área de estudo n° 2

A carvoaria registrada na Fazenda Retiro Velho apresenta 30 fornos e autorizações para funcionamento e retirada de madeira, respectivamente nos anos de 2007 e 2005.

Os focos de calor foram registrados em 2003, 2004, 2005 e 2007.

O satélite NOAA-12, no dia 22/07/03, com 21 dias sem chuva, foi o que apresentou melhor resultados com relação a proximidade da carvoaria. O satélite MMODIS-01D detectou 9 dias de focos de calor, apresentando uma maior continuidade.

Não ocorreram focos de calor no ano de 2006, provavelmente pelo fato da carvoaria obter o pedido para o funcionamento no órgão ambiental somente em 2007.

Foram indicadas de 2003 a 2004, 2004 a 2006 e 2006 a 2007 as áreas de desmatamento delimitadas através das imagens de satélite, desde o ano de 2003 até o ano de 2007.

Os anos de ocorrência dos desmatamentos são os mesmos que ocorreram os focos de calor. Para cada desmatamento pelo menos 1 foco foi registrado no mesmo ano.

Confrontando os anos de ocorrência dos focos de calor e dos desmatamentos, entende-se que a carvoaria já estava instalada no período de 2004 a 2007. Fato este comprovado através dos mesmos períodos de emissão das autorizações da carvoaria e da exploração da madeira.

3.3 Área de estudo n° 3

A carvoaria registrada na Fazenda Andorinha apresenta registro de 60 fornos com autorização de funcionamento expedida em 2007 e autorização para exploração de madeira em 2005, mostrando sua provável atividade neste período.

Dentro do *buffer* foram registrados os focos de calor dos anos de 2003, 2004 e 2007.

O satélite NOAA-12, a partir das melhores condições para o registro dos focos, no dia 09/11/03, com 4 dias sem chuva, registrou a distância de 0,76 km da carvoaria e registrou os dados de 21 focos de calor, apresentando uma maior continuidade.

As áreas de desmatamento demarcadas através das imagens de satélite, desde o ano de 2003 até o ano de 2007, analisadas de 2003 a 2004, 2004 a 2006 e 2006 a 2007.

Os desmatamentos ocorreram nos mesmos anos dos focos de calor, excluindo os anos de 2005 e 2006 que não tiveram registro de focos de calor, porém ocorreu desmatamento. Isto pode ser entendido pela paralisação da queima da madeira, pelo fato da carvoaria ainda não possuir, nestes anos, a licença da carvoaria só emitida em 2007. Somente portava a partir de 2005 a licença de exploração da madeira, por isso o desmatamento contínuo.

Confrontando os anos de ocorrência dos focos de calor e dos desmatamentos, entende-se que houve funcionamento da carvoaria de 2003 a 2007, exceto de 2005 e 2006. Isto se mostra através dos mesmos períodos de emissão das autorizações da carvoaria e da madeira.

3.4 Área de estudo n° 4

Carvoaria registrada na Fazenda U6 portando registro de 101 fornos com autorização de funcionamento expedida em 2007 e autorização para exploração de madeira em 2005.

Focos de calor foram registrados nos anos de 2003, 2004 e 2007 dentro do *buffer* de 6 km.

O satélite NOAA-16, no dia 06/06/04, com 6 dias sem chuva, registrou a distância de 1,32 km da carvoaria, porém o satélites MMODIS-01D registrou 7 vezes os focos de calor.

As áreas de desmatamento foram analisadas separadamente nos anos de 2003 a 2004, 2004 a 2006 e 2006 a 2007.

Os desmatamentos ocorreram nos mesmos anos da constatação dos focos de calor, excluindo os anos de 2005 e 2006 que não tiveram registro de focos de calor. Analisando as ocorrências dos focos de calor e de desmatamentos, observou-se que houve funcionamento da carvoaria no período de 2003 a 2007, exceto nos anos de 2005 a 2006.

3.5 Área de estudo n° 5

A área da carvoaria registrada na Fazenda Santa Fé apresenta autorização para atividade de carvoejamento com 41 fornos, expedida no ano de 2007 e autorização de madeira em 2006.

No *buffer* de 6 km foram registrados os focos de calor nos anos de 2003, 2004 e 2005.

O satélite NOAA-12 com zero dias sem chuva no dia 03/09/05, registrou a distância de 0,9 km e 3 dias de focos de calor. Com, entende-se que choveu neste dia e mesmo assim o satélite conseguiu captar o foco, indicando que o foco realmente seja da carvoaria.

Foram analisadas as áreas de desmatamento nos anos de 2003 a 2004 e 2004 a 2006, delimitadas através das imagens de satélite desde o ano de 2003 até o ano de 2007.

Os anos de ocorrência dos desmatamentos são os mesmos que ocorreram os focos de calor. Para cada ano detectado, pelo menos um desmatamento foi registrado. Demonstrando, assim, uma forte relação entre as duas informações.

No ano de 2007 não houve a ocorrência de focos de calor, como ocorreu na área de estudo n° 3, isso se deve a autorização expedida somente em 2007. Confrontando os anos de ocorrência dos focos de calor e dos desmatamentos, entende-se que houve funcionamento da carvoaria no período de 2003 a 2005.

3.6 Área de estudo n° 6

A área da carvoaria registrada na Fazenda Morada da Onça apresenta autorização para funcionamento com 20 fornos expedida em 2006 e autorização para exploração de madeira em 2004. Demonstrando que esta já encontrava instalada no ano de 2004 a 2006.

Apresenta focos de calor nos anos de 2003, 2004, 2005 e 2007 dentro do *buffer* de 6 km.

O satélite que registrou o foco de calor a uma menor distância foi o NOAA-16, no dia 07/03/05, com 5 dias sem chuva, porém o satélite que captou um maior número de focos de calor foi o NOAA-12, com 5 registros.

As áreas de desmatamento demarcadas através das imagens de satélite, desde o ano de 2003 até o ano de 2007, foram analisadas de 2003 a 2004, 2004 a 2006 e 2006 a 2007.

Analisando juntamente os anos dos focos com os desmatamentos, entende-se que houve funcionamento da carvoaria no período de 2003 a 2007. Para comprovar este resultado, analisamos juntamente com as autorizações, tanto de funcionamento quanto de exploração de madeira, na qual se incluem dentro desse período.

3.7 Área de estudo n° 7

São áreas que podem apresentar atividade de carvoaria, porém sem constarem na tabela das carvoarias autorizadas, definidas neste trabalho por carvoarias irregulares.

Esta área foi definida por carvoarias detectadas através da mesma metodologia deste trabalho. Não foram obtidas outras informações em órgãos ambientais sobre possuírem algum tipo de autorização e não foram coletadas informações *in loco* sobre possuírem qualquer tipo de autorização para funcionamento.

Observando todos os dados do projeto foram selecionadas duas áreas com suspeita de apresentarem carvoarias irregulares, isto é, sem autorização para atividade até o ano de 2007. São estas:

- a) Carvoarias irregulares - Situadas no Município de Bonito.

Foi constatado em uma pequena área do Município de Bonito, o agrupamento dos dados de focos de calor nos anos de 2004, 2005, 2006 e 2007 e áreas de desmatamento de 2003 a 2007. Para cada desmatamento são relacionados os focos de calor, ambos de mesmos anos, apresentando indícios da região portar uma carvoaria.

Utilizando o *software* Google Earth, com uma imagem do ano de 2006, foi confirmada a suspeita da existência de fornos, mostrando duas carvoarias sem autorização para funcionamento, conforme Figuras 1 e 2.

- Carvoaria n° 01



Figura 1: Carvoaria irregular portando 21 fornos, no ano de 2006, localizada através do Google Earth (2008).

- Carvoaria n° 02



Figura 2: Carvoaria irregular portando 37 fornos, no ano de 2006, localizada através do Google Earth (2008).

A carvoaria número 01 apresenta os seguintes pares de coordenadas: latitude $20^{\circ}48'36'',12$ S ; longitude $56^{\circ}30'35'',78$ O, portanto 21 fornos. A carvoaria número 02 apresenta latitude $20^{\circ}49'29'',05$ S e longitude $56^{\circ}29'17'',07$ O, possuindo 37 fornos.

As carvoarias chamam a atenção por estarem localizadas próximas de duas grandes áreas de desmatamento ocorridas nos anos de 2004 a 2006, totalizando 734 hectares.

b) Carvoaria irregular – Situada no Município de Bodoquena

A carvoaria foi detectada do mesmo modo citado na carvoaria irregular n° 01 e 02, através de uma região que apresenta focos de calor e áreas de desmatamento (Figura 3).

Apresenta focos de calor nos anos de 2004, 2005, 2006 e 2007 e desmatamento em seu entorno de 2003 a 2004, 2004 a 2006 e 2006 a 2007.



Figura 3: Carvoaria irregular n° 03 portando 21 fornos, no ano de 2006, localizada através do Google Earth (2008).

A carvoaria apresenta as seguintes coordenadas: latitude 20°39'56",90 S e longitude 56°33'05",76 O e conforme observado, mostra-se com 21 fornos no ano de 2006.

Apesar de estar fora do Município de Bonito, esta carvoaria foi considerada no presente estudo, pelo fato do *buffer* de 6 km envolver uma área do Município.

O desmatamento chama a atenção por apresentar uma área de 943,51 hectares consumidos inteiramente no período de 2004 a 2006.

4. Conclusão

Os dados dos focos de calor cruzados com as áreas de desmatamento coincidiram com as regiões de atividades de carvoejamento autorizados, assim, foi confirmado a identificação de cada carvoaria. Com a comprovação da eficácia da metodologia foi possível localizar duas carvoarias irregulares no Município de Bonito e uma carvoaria em seu entorno.

O satélite NOAA-12 captou com maior acurácia a distância da carvoaria ao foco de calor e também registrou um maior número de focos de calor. Pode-se concluir que é o melhor satélite na detecção dos focos de calor gerados pelos fornos das carvoarias, provavelmente devido a ter melhor resolução espacial.

Por fim, este trabalho demonstrou que não somente é possível que os satélites capturem e identifiquem o calor gerado pelos fornos de uma carvoaria, como também é extremamente viável. Em uma pequena amostra, que delimitava somente o Município de Bonito e fronteiras, obtiveram-se excelentes resultados. Três carvoarias irregulares puderam ser facilmente identificadas utilizando a metodologia apresentada. Entretanto, é necessário ressaltar que os focos de calor analisados de forma isolada não formam um conjunto de informações confiáveis. É necessário estabelecer uma relação com todos os indicadores apresentados na metodologia, sobretudo o indicador desmatamento. Correlacionados, criam um padrão característico de regiões onde se encontra uma boa probabilidade de haver uma carvoaria.

Outra conclusão é o número mínimo de fornos para que os satélites possam capturar os focos de calor. Existem requisitos mínimos para que o algoritmo de identificação de queimadas possa identificar um foco. É prudente afirmar que a menor carvoaria, ou seja, a que apresente menor quantidade de fornos foi o limite inferior, neste trabalho. As carvoarias irregulares 1 e 3 eram as de menor porte dentre o conjunto e tinham somente 21 fornos em 2006.

É difícil estabelecer uma relação quantitativa do desmatamento. Carvoarias podem desmatar áreas muito distantes de sua sede. Podem, também, desmatar várias pequenas áreas, gerando um volume grande de madeira extraída, dando a impressão de ser uma carvoaria de menor porte.

Referências Bibliográficas

Antunes, M. A. H.; Ribeiro, J. C. Uso de satélites para detecção de queimada e para avaliação do risco de fogo. **Ação Ambiental**, Minas Gerais: UFV, v. 2, n. 12, p. 24-27, 2000.

Brown, I. F.; Selhorst, D. Detecção de queimadas na região de Madre de Dios, Acre e Pando (MAP). Parte III, **Jornal A Gazeta**, 11 de setembro, 2004, p. 02.

Carvalho, A. P.; Monzoni Neto, M. P.; Hübner, D. B.; Figueiredo, J. C.; Amorim, P. Q. R. **Impactos socioeconômicos e ambientais do complexo minero-siderúrgico de Mato**

Grosso do Sul (CMS-MS). Brasília: Conservation International, 2008. Disponível em http://www.conservacao.org/politicaambiental/politica_ambiental_6_pdf.zip. Acesso em: 01/09/08.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2008. Apresentação da página “Cidades@”. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>. Acesso em 06/08/08.

INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. 2008a. Dúvidas mais frequentes. Disponível em: <http://sigma.cptec.inpe.br/produto/queimadas/queimadas/perguntas.html>. Acesso em 08/10/08.

INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. 2008b. Apresentação da página “Queimadas”. Disponível em: <http://www.cptec.inpe.br/queimadas>. Acesso em 06/10/08.

Ferraz, H. O aço na construção civil. **Revista Eletrônica de Ciências**. n. 22, out/nov/dez 2003. Disponível em http://www.cdcc.sc.usp.br/ciencia/artigos/art_22/aco.html. Acesso em 11/06/08.

Hess, S. C. **Reflexos do crescimento econômico da China e Índia**. JC E-mail, 3260. São Paulo, 10 mai. 2007. Disponível em: <http://jornaldaciencia.org.br/Detailhe.jsp?id=46780>. Acesso em 01/08/08.

Lima, F. M. O.; Paranhos, A. C. F. **Contribuição a Análise dos Focos de Calor no Estado de Mato Grosso do Sul: Um Estudo de Caso de Carvoarias e Incêndios em Vegetação**. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade do Mato Grosso do Sul, p.20. 2007

Monteiro, M. A.; Silva, R. P.; Amaral, M. D. B. Desmatamento na Amazônia Brasileira: Desocultando o Papel da Produção de Carvão Vegetal nas Mudanças Espaciais Recentes. In: **Simpósio Nacional de Geografia Agrária, 3. Simpósio Internacional de Geografia Agrária, 2**. Jornada Ariovaldo Umbelino de Oliveira. São Paulo, Presidente Prudente, novembro, 2005. Disponível em: http://www2.fct.unesp.br/agraria/Trabalhos/Resumos/Maurilio%20de%20Abreu%20Monteiro_PT_FR.PDF

Moraes, S. A. **Pecuária e Conservação do Pantanal: Análise Econômica de Alternativas Sustentáveis – O Dilema Entre Benefícios Rivados e Sociais**. Tese de Pós-Graduação, PIMES-UFPE, Pernambuco. 2008.

Pinto, M. Exclusivo: manifestação em Campo Grande (MS) externa preocupação quanto a impactos do PAC sobre o Pantanal. **Ambiente Brasil**, Curitiba, jun. 2007. Disponível em: <http://www.ambientebrasil.com.br/noticias/index.php3?action=ler&id=31787>. Acesso 22/07/08.

Pinheiro, P. C. C.; Sampaio, R. S.; Bastos, J. G. F. Organização da produção do carvão vegetal em fornos de alvenaria. **Biomassa & Energia**, v. 2, n. 3, p. 253-258, 2005.

Romeiro, S. B. B. **Química na siderurgia**. Publicação da área de Educação Química do Instituto de Química da UFRGS. Porto Alegre: UFRGS, 1997. Disponível em <http://www.fag.edu.br/professores/jane/T%201316/siderurgia.pdf>. Acesso em 11/06/08.