



Distribuição e caracterização das águas termais do estado de Goiás

L. Resende¹, L. Almeida¹, A P. Rodrigues¹ & J E.G. Campos²

1 Superintendência de Geologia e Mineração/Secretaria de Indústria e Comércio de Goiás; Av. Laurício Pedro Rasmussen 2535 – Vila Yate, Goiânia GO CEP: 74.620-030; resende.leonardo@gmail.com

2 Instituto de Geociências/Universidade de Brasília, Campus Universitário Darcy Ribeiro – Asa Norte, Brasília DF, CEP: 70.910-900; eloi@unb.br

Abstract Thermal waters represent natural resources of great expression and distribution in Goiás state, Central Brazil. There are observed important thermal sources, which include, beyond the Region of Caldas Novas and Rio Quente, the regions of Lagoa Santa; Cachoeira Dourada; Jataí; Aragarças; Minaçu; Chapada dos Veadeiros and Mara Rosa. These thermal aquifers are situated in intergranular domains as in fractured domains, in which the tectono-structural environment allowed the presence of open fractures at great depths. Samples of these thermal water show that the hot waters, in its great majority, present a hydrochemistry identity similar to meteoric waters. These data indicate little variation between the sources, with low concentration of minerals, fact that can be attributed to the low reactive nature of the rocks that compose the aquifers, evidencing that, the hot water sources of Goiás, except Cachoeira Dourada (with high salinity), are practically inmineralized and deriving of meteoric waters that went through great depths and had ascended to the surface with high temperatures. In the world, the main processes of heating underground waters are associated to the magmatism or the natural geothermal gradient of the Earth. In Goiás, however, the volcanic activities are inactive for more than sixty million years. Therefore, the thermal waters in the state are exclusively associated to the natural gradual heating of the crust, where, for the studied regions, the temperature raises about 1°C at every 33 meters of depth; this fact is corroborated by the geochemistry signature of waters.

Keywords: Thermal waters, Goiás, Brazil, aquifers.

INTRODUÇÃO As águas termais representam recursos naturais de grande expressão no estado de Goiás. Incluem, além da Região de Caldas Novas e Rio Quente, as regiões de Lagoa Santa; Cachoeira Dourada; Jataí; Aragarças; Minaçu; Chapada dos Veadeiros e Mara Rosa (Fig. 1).

Os últimos eventos magmáticos no Brasil e, em particular na área de estudo, encontram-se extintas a cerca de 60 milhões de anos, no Cretáceo. Portanto, as águas termais localizadas no estado apresentam processos de aquecimento que sugerem ser diretamente relacionados ao gradual aquecimento natural da crosta da Terra com o aumento da profundidade onde, para as regiões em estudo, a temperatura eleva-se cerca de 1°C a cada 33 metros de profundidade.

Por esse processo, é fácil compreender que nos aquíferos porosos com profundidades superiores a mil metros, por exemplo, as águas, que na superfície estivessem a temperaturas de cerca de 25°C, poderiam alcançar temperaturas de até 55°C, em profundidade. Contudo, para os aquíferos fraturados, em geral, a pressão do maciço rochoso promove um selamento das fraturas a profundidades que algumas vezes não ultrapassam os 200 metros. Portanto, para que o

gradiente geotérmico natural de fato venha a aquecer as águas de infiltração, é necessário que exista um conjunto de fatores favoráveis, em condições especiais, que permita que essas fraturas permaneçam abertas a profundidades muito grandes.

REGIÃO DE CALDAS NOVAS/RIO QUENTE O Aquífero Termal de Caldas Novas/Rio Quente inclui as fontes naturais de águas quentes e os poços tubulares profundos nos municípios de Caldas Novas e Rio Quente (Fig. 2).

Os aquíferos termais dessa região representam o maior complexo de águas quentes do Brasil e um dos maiores do mundo.

Uma complexa rede de fraturas que atingem grandes profundidades alimenta o ciclo contínuo de aquecimento das águas que infiltram nas áreas de recarga (Fig. 3).

Dados de poços tubulares profundos revelam que as águas do Sistema Aquífero Paranoá – SAP (50°C e 59°C) localizado a profundidades maiores, são mais quentes que as do Sistema Aquífero Araxá – SAAX (37°C e 42°C), podendo indicar que, nesse último, ocorrem misturas com águas frias dos Sistemas Aquíferos Freáticos sobrejacentes.

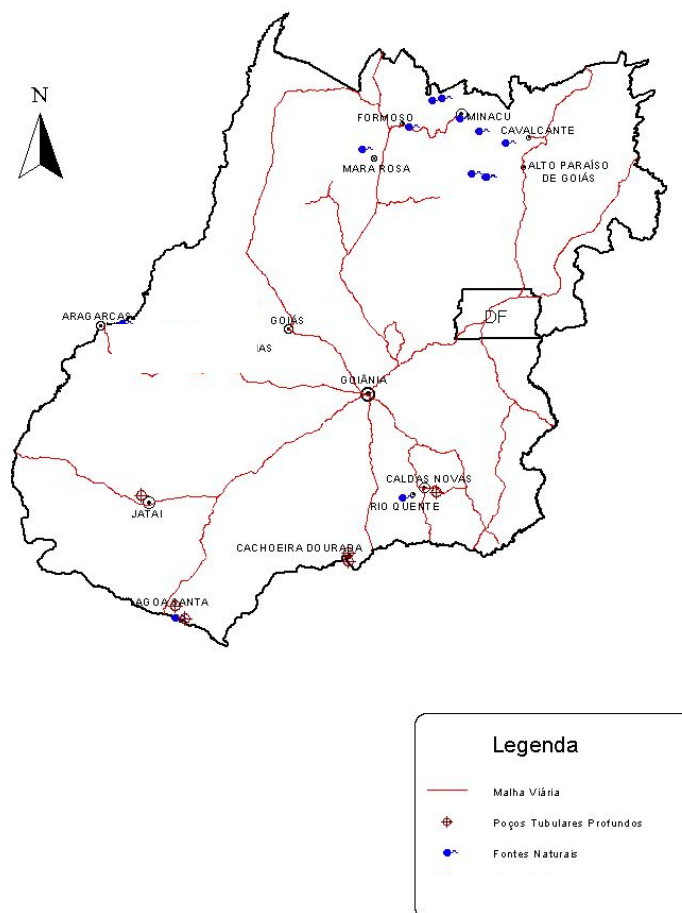


Figura 1. Mapa de localização das águas termais no estado de Goiás

REGIÃO DE LAGOA SANTA Nessa região estão situadas as estâncias hidrotermais do município homônimo no estado de Goiás e do município de São João do Aporé, em Mato Grosso do Sul. O aproveitamento hidrotermal na região se dá por fontes naturais e pela instalação de poços tubulares profundos.

A lagoa que dá nome ao município localiza-se próxima à margem esquerda do rio Aporé, nas dependências do Hotel Thermas Lagoa Santa. É formada por diversas surgências termais, com temperatura entre 31°C e 32°C, que se mesclam às águas frias do Sistema Aquífero Freático local.

Existem, ainda, três poços tubulares profundos que explotam águas termais. Esses poços apresentam

artesianismo e termalismo e vazões variando entre 200 e 300 m³/h e temperatura entre 29° e 32° C.

O aquecimento das águas na região está, muito provavelmente, associado aos processos de aumento do gradiente geotérmico natural, com progressivo aumento de temperatura das águas dos sistemas aquíferos mais profundos (possivelmente o Sistema Aquífero Guarani - SAG). As fontes naturais da lagoa estão associadas a cruzamentos de fraturas e/ou falhas geológicas que permitem a ascensão das águas termais.

Perfis construtivos dos poços tubulares profundos permitem afirmar que dois sistemas aquíferos estão associados ao processo hidrotermal: o Sistema Aquífero Serra Geral - SASG e o Sistema Aquífero Guarani - SAG (Fig. 4).



Figura 2. Vista geral da região de Caldas Novas, observar o destaque da Serra de Caldas em relação ao relevo arrasado nos arredores. Base extraída de Google Earth (2005), em combinação com informações do SIG-Goiás

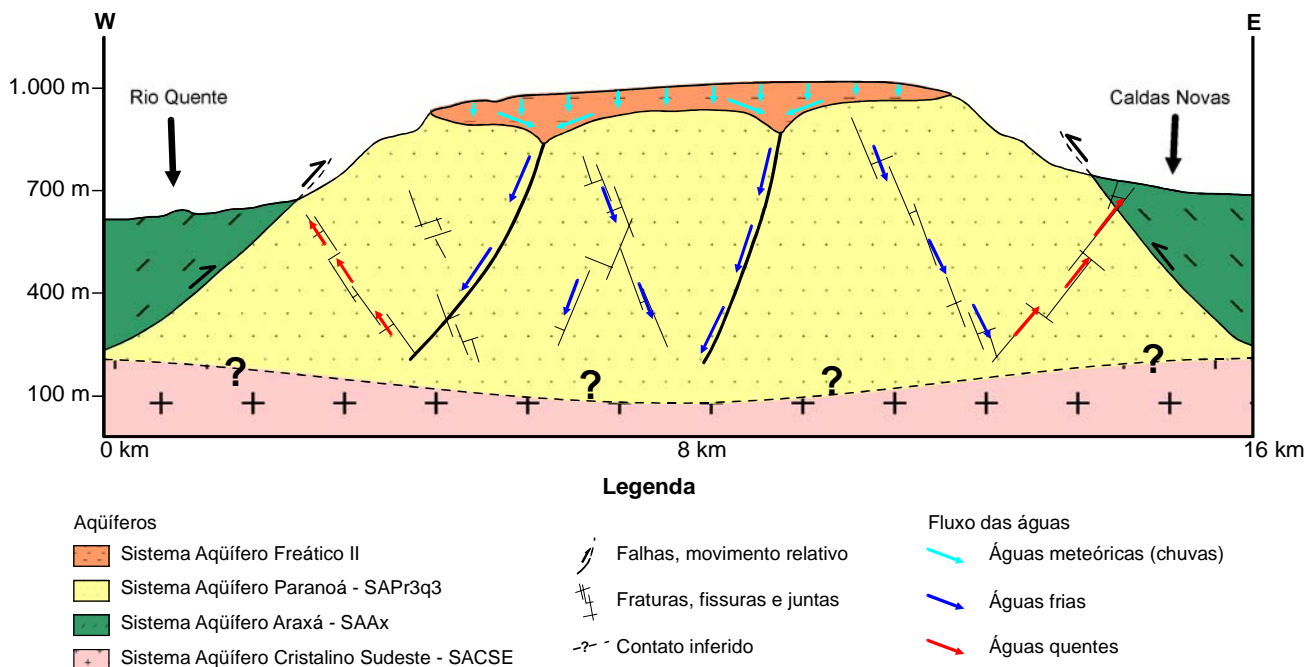


Figura 3. Modelo de fluxo regional para os aquíferos termais da região da Serra de Caldas (modificado de Campos et al. 2000)

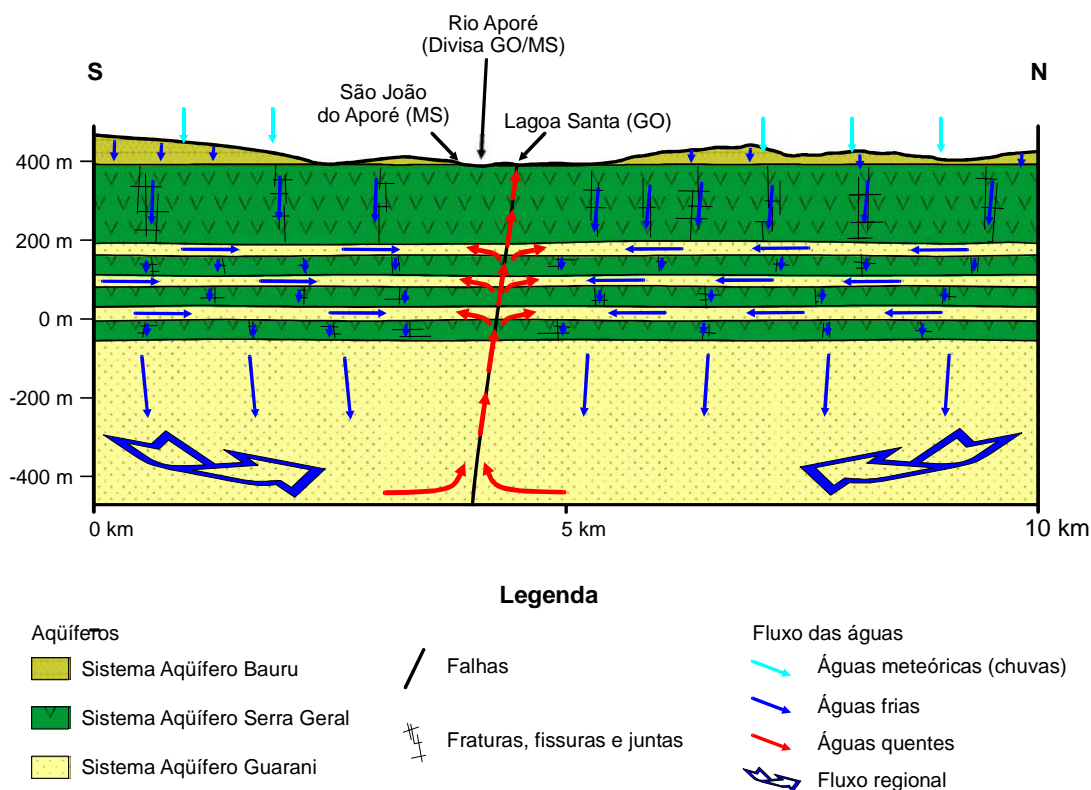


Figura 4. Modelo de fluxo proposto para o aquífero termal da região de Lagoa Santa (GO)

REGIÃO DE CACHOEIRA DOURADA

Compreende os municípios de Cachoeira Dourada, no lado goiano, e Cachoeira Dourada de Minas, em Minas Gerais. Em Cachoeira Dourada os poços tubulares profundos apresentam artesianismo e termalismo e vazões variando entre 250 e 400 m³/h e temperatura em torno de 36°C.

Uma característica importante dessas águas é sua alta concentração de sais. Apesar da pujante riqueza natural, o local ainda carece de infra-estrutura e apresenta uma baixa frequência de turistas.

Dados construtivos dos poços tubulares profundos permitem caracterizar as águas como sendo oriundas do Sistema Aquífero Guarani - SAG, interceptado a uma profundidade entre 320 e 420 metros.

Amostras de cubos de sais (halita) foram retiradas de testemunhos de sondagem, durante a perfuração dos poços, o que corrobora com a hipótese de que a salinidade das águas seja atribuída a um possível depósito salino de lagoas do tipo *sabkhas* presentes no grande deserto que deu origem à Fm. Botucatu. Na literatura, ainda não foram descritos depósitos do tipo *sabkhas* associados à Fm. Botucatu, porém fortes indícios levam a sugerir que essa é uma hipótese provável. Outra hipótese para a origem da salinidade das águas é uma possível contaminação por águas de aquíferos adjacentes.

REGIÃO DE ARAGARÇAS

A região de Aragarças inclui as fontes termais localizadas nos municípios de Aragarças (GO) e Barra do Garças (MT). É composta por aquíferos termais associados ao gradiente geotérmico, sendo observadas surgências naturais e poços tubulares profundos que aproveitam as águas termais em profundidades que podem atingir 130 metros.

Em Aragarças, são necessários investimentos em infra-estrutura que possam adequar o potencial hidrotermal a um aporte maior de turistas. As temperaturas das surgências localizadas na Fazenda Monjolinho, em Aragarças, variam entre 39,4°C e 40,4°C, enquanto no poço tubular profundo são registradas temperaturas de 38°C.

REGIÃO DE MINAÇU

Nessa região foram agrupadas fontes de águas termais que tem forte relação com falhas e fraturas profundas associadas aos processos de intrusão dos corpos graníticos locais. Localizam-se nos municípios de Minaçu, Formoso e Cavalcante. Observam-se apenas surgências naturais, com a inexistência de aproveitamento por poços tubulares profundos. Sugere-se que as águas termais locais sejam oriundas de um sistema de falhas e fraturas ocasionadas por intrusões que proporcionaram um intenso fraturamento das rochas encaixantes, em geral associadas a xistos e quartzitos

do Grupo Serra da Mesa, o que facilita a circulação das águas meteóricas por grandes profundidades ocasionando seu aquecimento, pelo gradiente geotérmico natural da crosta (Fig. 5).

Parte dessas fontes de águas termais são aproveitadas para o turismo nas cidades de Formoso, com temperatura de cerca de 33°C, e Minaçu, com temperatura de 30°C. As outras fontes termais também se localizam no município de Minaçu e apresentam temperaturas que variam de 35°C (fonte Taboquinha) a 40°C (fonte Fazenda Água Quente).

REGIÃO DE JATAÍ As águas quentes da região de Jataí são exploradas exclusivamente por um poço

tubular profundo nas proximidades do Lago Bonsucesso, às margens da rodovia BR-158, na saída para Caiapônia.

No Clube Jataí Thermas, foi construído um poço tubular profundo com cerca de 700 metros de profundidade e vazão de aproximadamente 300 m³/h, que atingiu águas termais do Sistema Aquífero Aquidauana – SAAQ, com temperatura em torno de 40°C.

As elevadas profundidades e a pressão confinante do SAAQ ocasionaram o aquecimento das águas pelo progressivo aumento do gradiente geotérmico.

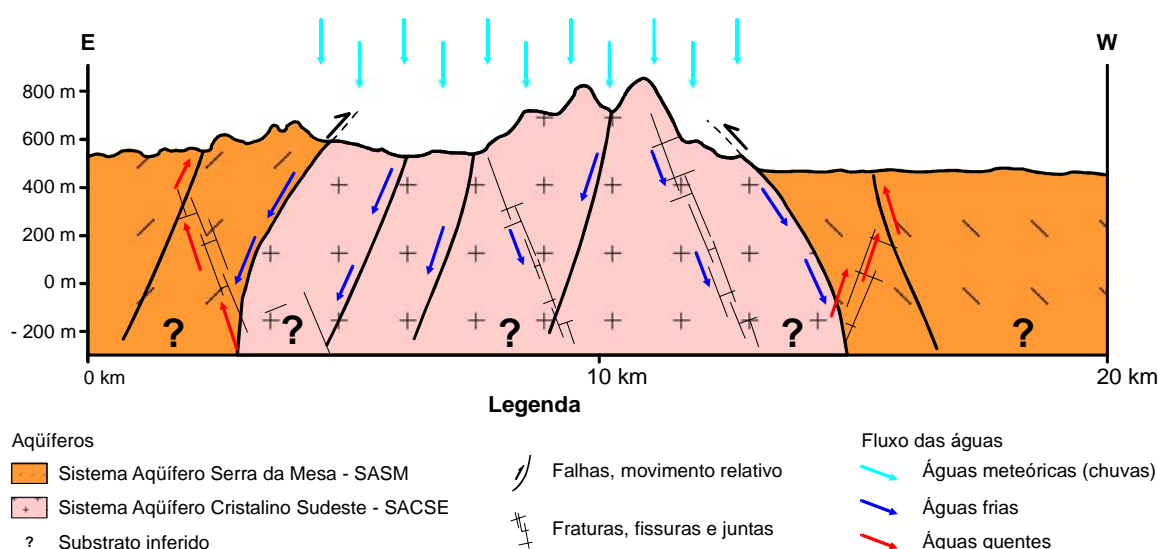


Figura 5. Modelo de fluxo regional proposto para os aquíferos termais vizinhos a Serra Dourada, na região de Minaçu.

REGIÃO DA CHAPADA DOS VEADEIROS Essa região é composta pelas águas termais em estreita associação com as rochas do Grupo Araí. São associadas a surgências naturais, sem a presença de aproveitamento por poços tubulares profundos. Localizam-se nos municípios de Colinas do Sul, Niquelândia e Cavalcante.

O aproveitamento de parte dessas nascentes por empreendimentos turísticos ocorre no município de Colinas do Sul, nas imediações da Vila de São Jorge, onde a temperatura das águas varia entre 32°C e 33°C.

A surgência dessas águas está associada a um sistema de falhas/fraturas próximas a zonas de contato entre rochas dos Grupos Paranoá e Araí.

As surgências naturais localizadas na Fazenda Caldas (Fig. 7), no município de Cavalcante, e em Niquelândia possuem temperaturas de 37° e 30°C respectivamente.



Figura 7. Surgência de água termal (37°C) na Fazenda Caldas, município de Cavalcante.



REGIÃO DE MARA ROSA As águas quentes da região de Mara Rosa correspondem a uma surgência natural de pequena vazão e temperatura de 30°C. A gênese dessas águas está associada a um sistema de falhas/fraturas em rochas do Sistema Aquífero Serra da Mesa, em contato com gnaisses associados ao Sistema Aquífero Cristalino Noroeste.

HIDROQUÍMICA DAS ÁGUAS TERMAIS Foram analisadas amostras de todos os pontos de águas termais no estado de Goiás. As análises seguiram os mesmos procedimentos descritos no capítulo 10 e mostraram que o comportamento hidroquímico das águas quentes, em sua grande maioria, apresenta identidade hidroquímica semelhante às águas meteóricas.

Com exceção da região de Cachoeira Dourada, as águas quentes do estado são desmineralizadas e corroboram com a hipótese de serem águas jovens, com circulação local, oriundas das águas de chuva que percolaram grandes profundidades e ascenderam à superfície com temperaturas elevadas.

Na região de Caldas Novas, observa-se que os dois sistemas aquíferos (SAP e SAAX) têm características hidroquímicas distintas. O SAP mostra um maior isolamento em relação às águas freáticas e temperaturas mais elevadas. As águas do SAAX, quando comparadas ao SAP, são mais enriquecidas em cálcio, magnésio, bicarbonato e apresentam pH mais básico, devido à maior concentração de minerais carbonáticos na matriz das rochas do Grupo Araxá e pela presença de lentes de mármore impuros situados na passagem dos micaxistos para as rochas de natureza psamo-pelítica do Grupo Paranoá.

Na região de Lagoa Santa, há uma diferença hidroquímica entre as águas termais dos dois clubes. Os dados hidroquímicos tanto das fontes quanto do poço do Thermas Lagoa Santa apresentaram valores muito semelhantes e se distinguem dos dados referentes ao poço do Clube Kin Gin, onde se observa um enriquecimento em cálcio, bicarbonato e uma conseqüente elevação do pH (8,0).

Na região de Cachoeira Dourada ocorrem as maiores concentrações de salinidade de todas as águas quentes analisadas no estado. Apresentam elevados teores de bicarbonato, sódio, potássio, cálcio, magnésio, cloretos e sulfatos. Sugere-se que a mais provável hipótese para as altas concentrações de sais

seja uma contribuição de níveis salinos em rochas da Formação Botucatu, numa possível associação com *sabkhas*.

Na região de Jataí, as águas termais do poço tubular profundo mostram valores elevados em bicarbonato, sódio e cloretos, devido à composição mineralógica das rochas do Grupo Aquidauana.

Para as demais fontes termais, os dados hidroquímicos indicam pouca variação entre as surgências e, também, uma baixa concentração de minerais. Esse fato é atribuído à ausência de magmatismo no controle do hidrotermalismo e da natureza pouco reativa das rochas que compõem os aquíferos.

Segundo a classificação de Piper, as águas das nascentes são classificadas da seguinte forma: a amostra coletada em Aragarças é sulfatada cálcica; as amostras coletadas em Minaçu caem, uma, no campo bicarbonatada magnésiana e outra no campo bicarbonatada sódica. As amostras coletadas em Cavalcante, Lagoa Santa, Mara Rosa e Caldas Novas são bicarbonatadas cálcicas. As demais são águas mistas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS O estado de Goiás apresenta amplos recursos relacionados às águas termais que de certa forma já é aproveitado economicamente para o turismo e lazer.

As ocorrências situadas na porção sudeste e sudoeste do estado são as mais promissoras, pois nessas regiões a temperatura média no período de inverno (meses de maio a julho) é reduzida o que favorece a exploração do potencial. As ocorrências situadas a norte apresentam potencial reduzido, em função da maior temperatura média do ar e da ausência de infra-estrutura adequada.

Em Goiás, as fontes de águas quentes conhecidas são consideradas como exclusivamente associadas aos processos de aquecimento pelo aumento do gradiente geotérmico da crosta terrestre, fato esse corroborado pela assinatura geoquímica das águas. Esses aquíferos termais localizam-se tanto em sistemas aquíferos intergranulares da Bacia do Paraná, quanto em aquíferos fraturados pertencentes a diversos sistemas regionais.

O aquecimento vinculado ao magmatismo é totalmente descartado para as ocorrências conhecidas em Goiás.

Referências

CAMPOS J.E.G. *et al.* 2000. *Estudos Preliminares dos Aquíferos da Região de Caldas Novas-Goiás*, Relatório Final de Estágio Supervisionado, Instituto de Geociências, Universidade de Brasília,

GOOGLE EARTH. Disponível em: < <http://www.earth.google.com> > Acesso em: 12 dez. 2005.