

Estudo da espécie *Curatella americana* L – (Lixeira) utilizada como bioindicador em região aurífera do distrito de Cangas-Poconé-MT

Raélita De Oliveira Resende¹; Francisco Egídio C. Pinho²

RESUMO

A Lixeira é uma planta popularmente conhecida, pertencente à família 'Dilleniaceae', de nome científica *Curatella americana* L., espécie que ocorre frequentemente em cerrados, desde o México até o sul do estado de São Paulo. A utilização das folhas desta planta na biogeoquímica tem mostrado ser um método eficiente para a definição de áreas de ocorrência de ouro. A região de relevo arrasado, conhecida como Baixada Cuiabana é composta por metamorfitos de baixo grau do Grupo Cuiabá, os quais hospedam uma série de ocorrências e depósitos de ouro, associados a veios de quartzo, sendo uma das concentrações destes depósitos localizadas nas proximidades do Distrito de Cangas, Poconé-MT. Nesta região foi estabelecida uma malha regular de amostragem de folhas de Lixeiras, nas proximidades de áreas de lavra da Mineradora São Rafael, tendo como objetivo de checar o uso da biogeoquímica na delimitação de áreas de ocorrência de ouro na região. Os resultados obtidos através de análises pelo método ICP-EAS mostraram que existe uma forte relação entre os teores de Au e Ag em folhas de lixeira, mostraram também que os teores anômalos gerados por estes elementos marcam claramente as ocorrências de áreas garimpadas no local amostrado. Os dados permitiram concluir pela eficiência da biogeoquímica, através da análise de Au e Ag em folhas da *Curatella americana* L para delimitar áreas favoráveis à exploração de ouro na Baixada Cuiabana.

Palavras-chave: *Curatella americana* L, biogeoquímica, ouro, Grupo Cuiabá.

Study of *Curatella americana* L – (Lixeira) used as bio-indicator in a gold-bearing region at the district of Cangas-Poconé-MT

ABSTRACT

The Lixeira is a popularly known plant, belonging to 'Dilleniaceae' family with the scientific name *Curatella americana* L., it often occurs in savannas, from Mexico to the southern of the Sao Paulo state. The biogeochemistry using leaves of this plant has proven to be an efficient method for defining areas of gold occurrence. The relief devastated region known as Baixada Cuiabana is composed of low-grade metamorphic rocks of the *Cuiaba* Group, which host a series of gold deposits and gold occurrences associated with quartz veins, one of the concentrations of these deposits are located near the Cangas District, Poconé-MT. In this region was established a regular sampling grid of Lixeira leaves, near the mining areas of San Rafael Mineração, aiming to check the use of biogeochemistry in the delimitation of the gold occurrence areas in the region. The obtained results through analysis by ICP-EAS method showed that there is a strong relationship between the contents of Au and Ag in Lixeira leaves, also showed that anomalous grades of these elements clearly mark the occurrences of gold mined areas at the sampled site. The data suggested the

efficiency of biogeochemistry, through the analysis of Au and Ag in leaves of *Curatella americana* L. to define favorable areas for gold exploration in the Baixada Cuiabana.

Keywords: *Curatella American* L, biogeochemistry, gold, Cuiabá Group.

1 INTRODUÇÃO

No Brasil, poucas são as referências sobre o uso das plantas na prospecção mineral. A prospecção biogeoquímica pode ser uma alternativa em situações onde outras técnicas são menos eficazes de prospecção (Cutter, 1986; Apezato & Carmello, 2003, IGM, 2000). Relativamente nova, feita a partir de vegetais (biogeoquímica) começou a ser utilizado em países do hemisfério norte onde a presença de neve dificulta o acesso do solo, posteriormente passou a ser utilizada em outras regiões do globo, principalmente em pesquisas de Ni. (Fernandes et al., 1999). Os métodos biogeoquímicos têm sido amplamente utilizados para a exploração mineral com a utilização de plantas (Medeiros et al., 2005). A investigação e utilização destas técnicas inovadoras apresentam eficiência quando utilizada para a descoberta do ouro por meio das plantas (Almeida et al., 2000).

No caso específico deste projeto, a planta *Curatella americana* passa a ser foco de pesquisa, principalmente devido sua distribuição homogênea em todo Estado e pelo seu potencial em absorver partículas de ouro em regiões próximas de depósitos auríferos. A pesquisa desenvolvida teve como problemática testar a lixeira (*Curatella americana* L) para delimitar áreas de ocorrência de ouro na baixada Cuiabana. Esta espécie já foi usada por pesquisadores para detectar a presença de ouro (Fernandes et al., 1999; Fernandes & Miranda, 2006 e Medeiros et al., 2005).

A planta que se localiza na região próxima de depósitos auríferos absorve partículas de ouro, não sendo necessário movimentar o solo, para a descoberta do ouro, pois a planta consegue absorver material de uma grande extensão do terreno (Silva et al., 2006). A escolha da espécie se dá, porque a mesma e de ampla ocorrência nestas regiões, pois não só

absorve elementos necessários a sua sobrevivência, mas também absorve partículas de ouro em suas raízes e folhas (Almeida et al., 2000; Medeiros et al., 2005). Devido à quantidade de sílica encontrada na planta demonstra que é uma espécie muito evoluída e que o ouro entra como uma impureza na planta (Dayanadam et al., 1983).

Segundo Cunha e colaboradores (2010) a preferência por amostragem de folhas é feita em função de que estas contêm mais biomassa e também porque os teores dos elementos nelas contidos são, em geral, mais uniformes e proporcionais aos teores do substrato, ainda que cada planta tenha uma capacidade distinta para estocar os elementos químicos (Brooks, 1972).

A amostragem para delimitar áreas de ocorrência de ouro na baixada Cuiabana fortalece pesquisas a serem desenvolvidas somente com testes com as plantas de ocorrência local sem necessidade de outras técnicas de amostragem para o ouro, e a lixeira (*Curatella americana*) pode ser utilizada devido a sua alta ocorrência na região em um relevo arrasado desenvolvido sobre metamorfitos de baixo grau do Grupo Cuiabá, atribuídos ao Proterozóico Médio (Martini et al., 1984). Predominam filitos e micaxistos, com ocorrência subordinada de quartzitos, mármore calcíticos e dolomíticos, calcários, metarenitos e metaconglomerados (Silva, 1999; Silva et al., 2006).

Nos filitos e micaxistos é freqüente a ocorrência de seixos pingados (“drop Stones”) de dimensão e natureza variadas – quartzitos, metavulcânicas, granitos, etc. – e de outras feições indicativas de sedimentação glaciomarinha retrabalhada por correntes gravitacionais na borda do cráton Amazônico, conforme interpretados por Alvarenga (1988). Estudos em desenvolvimentos têm sugerido a existência de rochas vulcânicas no pacote metassedimentar (Souza, 1988), aguardando-se

A Faixa de Dobramentos Paraguai bordejia a porção S-SE do Cráton Amazônico e leste do Bloco Rio Apa (Almeida, 1984; Alvarenga et al., 2004). A origem da sedimentação de fácies marinhas pode ser relacionada a uma bacia de plataforma continental de aproximadamente 800 Ma. Seguida pela inversão e colisão do Cráton Amazônico e Bloco Paranapanema. A Faixa Paraguai encontra-se recoberta pelos sedimentos Fanerozóicos das bacias do Paraná, Parecis e Pantanal. Esta unidade tectônica possui idades que permitem correlacioná-la a orogênese desenvolvida no Neoproterozóico o fechamento de muitos oceanos foi responsável pela colagem do supercontinente Gondwana (Brito Neves, 2003). Este cinturão configura um *trend* N-S (setor sul) e W-E na região de Nova Xavantina, Mato Grosso, com aproximadamente 1.500 km de comprimento e 300 km de largura (Barboza, 2008).

A partir do conhecimento atual, sabe-se que a ocorrência de ouro em Mato Grosso está

delimitada nas seguintes províncias e distritos auríferos: 1 – **Província Aurífera Cuiabá-Poconé**; 2 – Província Aurífera do Alto Guaporé; 3 – Distrito Aurífero do Alto Jauru; 4 – Província Aurífera Alta Floresta e; 5 – Distrito Aurífero de Nova Xavantina (Quadros et al., 2002). A primeira citada (Província Aurífera Cuiabá-Poconé) abrange a região centro-sul de Mato Grosso e é onde se encontra a área alvo desta pesquisa.

Segundo Barboza (2000) na província Aurífera Cuiabá-Poconé o ouro está associado a sistema de veios de quartzo e disseminações nos metarenitos, filitos, metadiamicritos, mármores e metassiltitos do Grupo Cuiabá, zona interna da Faixa de Dobramentos Paraguai, embora depósitos elúvio-coluvionares não sejam raros. As áreas mineradas situam-se na zona de charneira e flanco NW da Anticlinal de Bento Gomes, dobra regional, principalmente nos contatos entre as subunidades 5 e 6 de Luz et al. (1980) (Silva et al. 2002) (Figura 2).

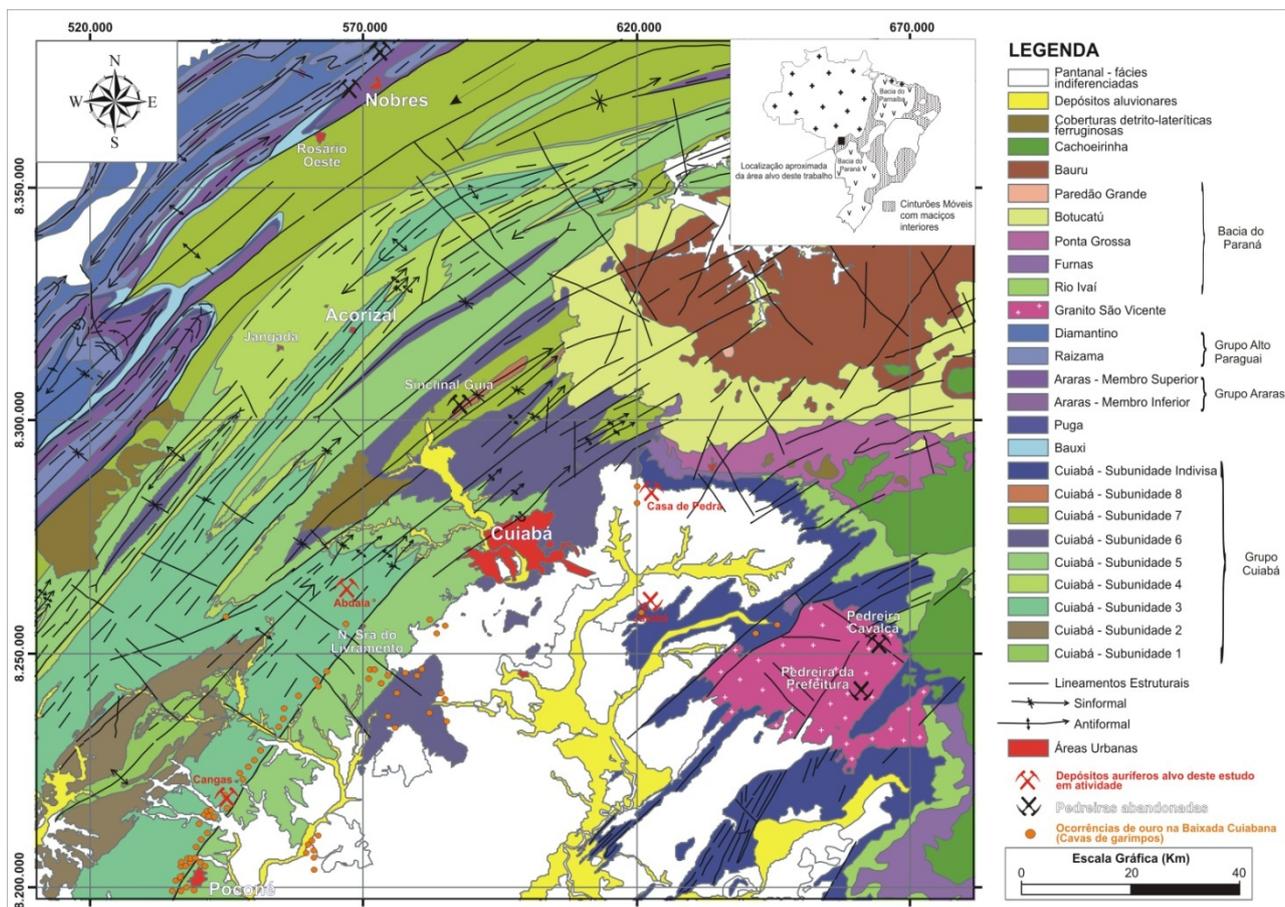


Figura 2 - Geologia da região de Cuiabá, com a localização dos depósitos e ocorrências de ouro e da área de pesquisa (modificado de Luz et. al. 1980).

Alvarenga et al. (2004) dividiram a Faixa Paraguai em quatro grandes unidades estratigráficas denominadas de Unidade Inferior que é restrita a porção interna do cinturão (Grupo Cuiabá); unidade com influência glacial que ocorre tanto na porção interna quanto na externa (Grupo Cuiabá e Formação Puga); Unidade Carbonática representada pela Formação Araras na porção externa e pelo Fácies Guia na porção interna (subunidade 8 de Luz et al., 1980) e Unidade Superior Siliciclástica representada pelo Grupo Alto Paraguai (formações Raizama e Diamantino).

A área do processo 866.133/1983 objeto desta disponibilidade está inserida na Zona Estrutural Interna Faixa de Dobramentos Paraguai, onde ocorrem os metassedimentos do Grupo Cuiabá de idades Neoproterozóicas. Na área alvo desta pesquisa afloram as rochas do topo da subunidade 3 e base da subunidade 5 de LUZ et al. (1980) (Figura 2). A subunidade 3 é representada por filitos, filitos carbonosos, metadiamicictitos de matriz carbonosa, metasiltitos e metarenitos subordinados. A subunidade 5 se distingue da subunidade 3 pela presença de predominante de litótipos mais arenosos.

O padrão de deformação é definido por dobramentos e cavalgamentos, marcantes

associados a fraturamentos, zonas de falhas e dobramentos, onde encontram-se inseridas as mineralizações. Estruturalmente os filitos apresentam dobramentos isoclinais, com eixos orientados segundo N10-25° NW. Os fraturamentos presentes podem tem duas direções preferências N15 30°E e N25-55°W. Os veios de quartzo estão presentes nas duas gerações de fraturas, sendo que os veios de quartzo pertencentes à família de fraturas de direção N25-55°W, apresentam-se mineralizados em ouro, sendo os outros estéreis.

Esses veios estão condicionados a zonas de cisalhamento de dimensão de ate 800 metros de extensão por 150m, onde são numerosos, milimétricos até dissimétricos. Este quartzo é maciço leitoso até grosseiramente cristalizado, ocorrendo em formas bipiramidais nas cavidades. Associado a ele ocorre o ouro nativo por vezes constituindo aglomerados minerais com centenas de gramas (Barboza, 2008).

Os principais depósitos e ocorrências de ouro estão localizados na região entre Nossa Senhora do Livramento e Poconé, estando orientados em um trend de direção NE, acompanhando aproximadamente a linha de contato entre as unidades 3 e 5 de Luz et al., 1980 (Figura 3).

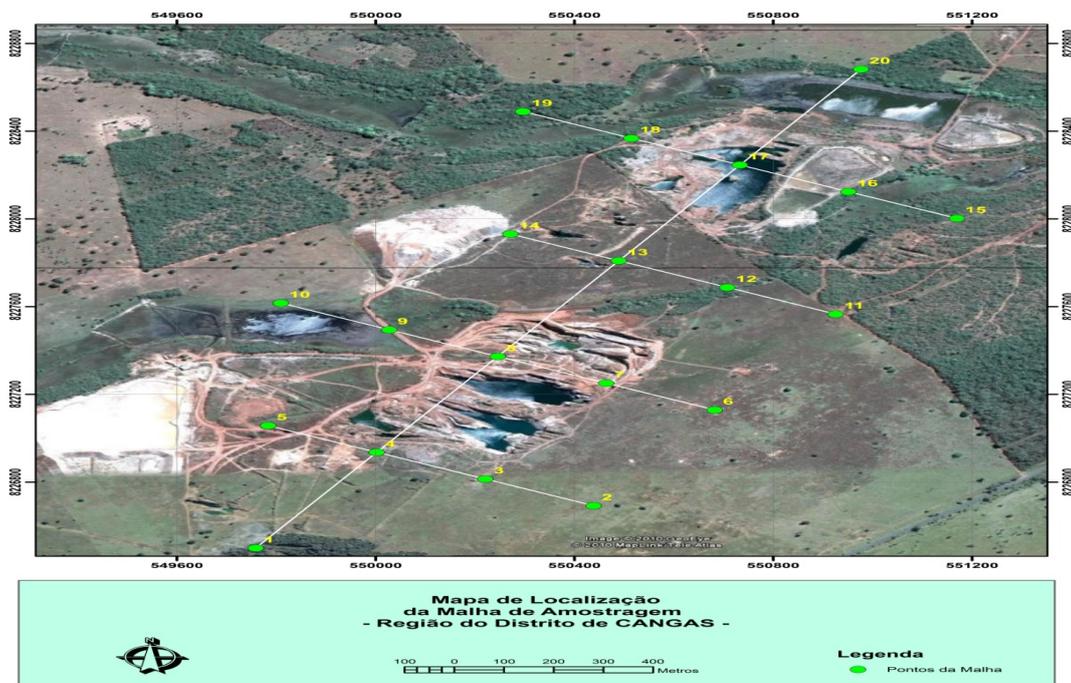


Figura 3 - Imagem da região aurífera de Cangas, destacando-se a orientação NE do Alinhamento Cangas Poconé.

Biogeoquímica

A Biogeoquímica é uma técnica de prospecção por meio das plantas e de baixo custo, que vem sendo empregada na prospecção de depósitos geralmente inacessíveis.

A Biogeoquímica é o método de prospecção baseado tanto na análise química, como na interpretação das variações morfológicas da vegetação. IGM (2000) define o método, como sendo o estudo da composição química das cinzas de vegetais.

Lima e Cunha (1980) fazem um estudo relativo à aplicação do método biogeoquímico de prospecção mineral para Cu, Ni, V, P bem cinzas e ramos de folhas de *Schinus lentiscifolius* e *Schinus dependens*. Os dados obtidos por eles mostram que a planta *Schinus lentiscifolius* é tolerante a determinadas concentrações de cobre.

Cunha (1990) define o método, como sendo o estudo da composição química das cinzas de vegetais. Fernandes (2004) assumem que a vegetação é importante para a exploração do ouro através de estudos Biogeoquímicos.

Segundo Medeiros et al. (2005) a aplicação do método biogeoquímico mostrou ser viável em ambientes tropicais tendo em vista que a planta *Curatella americana* L, popularmente chamada de “Lixeira”, demonstrou ser eficiente na absorção para ouro, concentrando até 11 vezes o valor de background para a região. Os dados analíticos das cinzas das plantas comparados com aqueles obtidos nas amostras de solo permitem concluir que a prospecção biogeoquímica, pode ser utilizada como meio de amostragem eficiente em substituição à prospecção geoquímica de solo.

Todos os vegetais absorvem nutrientes das camadas sub-superficiais do solo através do seu sistema radicular, desta maneira eles possuem a propriedade de penetrar estas espessas camadas e até mesmo de atingir rochas subjacentes em busca de soluções nutritivas necessárias a seu desenvolvimento.

A raiz, juntamente com o caule e as folhas, compõe a parte vegetativa das plantas, ou seja, aquela que não está envolvida na reprodução. Suas principais funções são a

absorção de água e nutrientes e a fixação da planta no solo. Desta forma ela seleciona apenas os nutrientes necessários a sua sobrevivência. Mas, sabe-se que alguns vegetais absorvem além destes elementos, outros elementos químicos existentes no solo. Esta característica encontrada nas plantas de absorver elementos do meio de modo seletivo permite a utilização da mesma para a prospecção biogeoquímica. A análise química no vegetal ocorrerá, no órgão vegetativo (raiz, caule, galhos ou folhas) de maior capacidade de absorção e acumulação. As partes do tecido vegetal que apresentar maior acumulação são selecionadas para a coleta sistemática de amostras. As partes de maior acumulação do metal no tecido vegetal são queimadas, e suas cinzas utilizadas para obtenção dos resultados de concentração do metal na planta. Em vista desta particularidade, a vegetação é um fator importante na compartimentação biogeográfica da superfície terrestre, sendo utilizada como indicadora.

A escolha do órgão vegetativo se dá pela que permite melhor resultado. Nesse caso, na maioria das vezes são escolhidas as folhas pela facilidade de amostragem e também por acumularem mais metais. Entre elas, as que dão melhor resultados, são as que estão situadas nas partes baixas dos vegetais, e apresentam idade superior a dois anos (Ab'saber, 1962).

Um dos princípios básicos da prospecção biogeoquímica recai sobre a capacidade do sistema radicular em abranger um volume considerável da subsuperfície do terreno (Almeida, 1998). Assim as raízes realizam constantes trocas biogeoquímicas com o solo, a planta não pode excluí-lo inteiramente, visto que a permeabilidade da membrana é finita. Deste modo, a composição mineral de suas cinzas reflete a peculiaridades químicas de seu ambiente. É importante ressaltar, que nem sempre aqueles elementos que são enriquecidos na planta necessariamente são abundantes no solo. Por vezes estas variações podem estar relacionadas a fatores ambientais que independem da existência de anomalias no solo. O fator que determina o acúmulo de elemento pela planta é a sua disponibilidade no solo, água subterrânea, independe de sua concentração

nestes meios (Fernandes, 1999). A absorção do ouro que ocorre na planta parece não implicar numa seletividade por parte das espécies. Esta acumulação também parece estar condicionada a outros fatores que influenciam nos processos, como, a química da rocha, e as características da mesma (associação mineral, tamanho dos grãos tec.) e as espécies químicas, nas quais o Au está relacionado (Silva et al., 2002-2006).

O fundador da biogeoquímica é cientista russo Vladimir Vernadsky, um russo que, com seu livro de 1926 *The Biosphere* na tradição de Mendeleev, é creditado com a formulação de uma física da terra, como um todo vivo. Vernadsky distinguidos nas três esferas de domínio do universo, onde uma esfera é um conceito similar ao conceito de Riemann um espaço de fase. Ele observou que cada esfera tem suas próprias leis de evolução. O liminólogo Americano e geoquímico G. Evelyn Hutchinson é creditado com o que define a abrangência e os princípios deste novo campo. Mais recentemente, os elementos básicos da disciplina de biogeoquímica foram alterados e popularizado pelo cientista e escritor britânico, James Lovelock, sob o rótulo da Hipótese Gaia. Lovelock enfatiza um conceito que regulam os processos vitais da Terra através de mecanismos de feedback para mantê-lo habitável (Vernadsky, 2007). Existem grupos biogeoquímica investigação em muitas universidades ao redor do mundo. Desde que este é um campo altamente interdisciplinar, estes estão situados dentro de uma ampla gama de hospedeiros, incluindo disciplinas: ciências atmosféricas, biologia, ecologia, geomicrobiologia, química ambiental, geologia, a oceanografia e ciência do solo. Estes são frequentemente agrupados em disciplinas maiores, tais como ciências da terra e ciências ambientais (Castelnuovo, 1957; Isa et al., 2004; Tokashiki, 2008).

O uso da Biogeoquímica na exploração mineral

A lixeira é conhecida por boa parte da população brasileira, com predominância em áreas do cerrado, pode ser usada como farejador de ouro. A descoberta foi resultado de pesquisa

realizada no departamento de Geologia da UFMT, pelo professor Carlos José Fernandes no ano de 1999, quando o mesmo era bolsista DCR na UFMT. A escolha da lixeira como elemento farejador repousa no fato de que a planta “tem distribuição muito homogênea em todo Estado, principalmente no bioma cerrado”. Também informa que o teor de sílica encontrado nas plantas indica que “ela é uma espécie não muito evoluída”, não selecionando muitos elementos quando faz a absorção do solo, entrando o ouro como uma impureza (Fernandes, 1999, Brito et al., 2002; Abreu et al., 2002). Novamente a *Curatella americana*, passa a ser foco de pesquisa, desta vez na cidade de San José Quadrilátero, Costa Rica. A pesquisa foi realizada na Universidade George Washington, Washington, DC 20052, E.U.A por Frederic R. Siegel e Alfonso Segura Paguaga. Através da pesquisa se observou que a *Curatella americana* é um acumulador de ouro e podem ser utilizados para a prospecção em alguns distritos do cinto de ouro. Foi investigada uma coleção de dez amostras da árvore ao longo de uma travessia em Cerro Conchal, São José Quadrangle, perto da Mina de Santa Clara operação ouro ativo a céu aberto. Sub amostras de galhos e casca da vegetação, foram secadas e analisadas por ativação com nêutrons instrumental (INAA) para Au, seus associados, e Sb, e de outros elementos componentes (por exemplo, Co, Zn, Fe, Br). As análises mostraram que Au na matéria seca das plantas é mais concentrado nos ramos (média de 2,9 ppb) do que em casca .

Da mesma maneira uma nova planta também passa a ser foco de pesquisa, neste caso a alfafa (*Medicago sativa*) foi escolhida como modelo para estudo da habilidade das plantas para extrair o ouro de vários meios, onde são acumulados em seus tecidos, que posteriormente em processos mecânicos são separados na indústria, Segundo (Gamez Goytia, Geraldo, 1977) e os cientistas da Universidade de Texas-El Pás, que em um experimento utilizaram as plantas da alfafa cultivadas em solo artificialmente enriquecido com ouro e ao examiná-las encontraram partículas de ouro nas raízes e nos brotos das plantas.

Para escala industrial os pesquisadores

especulam que estas plantas poderão ser cultivadas em solos enriquecidos ou perto de minas abandonadas, podendo ser utilizadas para garimpar ouro.

Estes métodos biogeoquímicos por meio das plantas têm sido amplamente utilizados para a exploração mineral, especialmente nas florestas boreais e regiões semi-áridas, mas houve poucas aplicações em áreas tropicais. Outra planta foi utilizada também na Papua Nova Guiné a *Palauense astronidium*, é amplamente distribuída no Sudoeste do Pacífico. Segundo McInnes IA Brent, Colin E. Dunn. (1996) A árvore é de fácil identificação e é bastante comum para a amostragem detalhada. A casca exterior é fácil de obter concentração e indica Au no substrato. O sistema radicular atinge uma profundidade mínima de 4 m, permitindo uma maior penetração do que as amostras da superfície do solo. Segundo (McInnes & Colin, 1996) as pesquisas realizadas mostram que biogeoquímicos têm um alto nível de confiabilidade para a identificação de prospectos.

Dados de Andrade (1990) sugere que, a vegetação pode ser um meio útil para a exploração do ouro.

Desde os primórdios da história da humanidade o homem vem prospectando os materiais de seu interesse, a princípio em busca dos sítios que contivessem os materiais líticos (sílex na idade da pedra), mas favoráveis para a confecção de suas ferramentas e armas, e posteriormente, com o advento das idades dos metais, em busca das concentrações metálicas. Com o passar do tempo, e com conhecimento adquirido sobre os diversos tipos de depósitos de minerais econômicos existentes, as várias técnicas de prospectivas desenvolvidas aprimoraram de tal forma, que o seu conjunto constituiu a

prospecção mineral (Evans, 1894; Berti et al.; 1997; Fernandes, 2000; Fernandes et al., 2004).

No Brasil, poucas são as referências sobre o uso das plantas na prospecção mineral. O uso da Biogeoquímica na prospecção pode ser uma alternativa em situações onde outras técnicas são menos eficazes de prospecção (Cutter, 1986; Apezato & Carmello, 2003, IGM, 2000).

2 MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia é de natureza quantitativa, isto porque está embasada em trabalhos recentes sobre a ocorrência da lixeira (*Curatella americana*). A escolha da espécie se deu devido ter distribuição homogênea em todo estado, ser de fácil identificação e ocorrência na área aurífera, se possível amostra La em 100m x 100m, sendo 18 amostras.

Neste tópico são apresentados as técnicas e métodos adotados para concretizar os objetivos propostos através das seguintes atividades, que foram realizadas:

- A etapa inicial incluiu o levantamento dos trabalhos bibliográficos publicados sobre a geologia da região, biogeoquímica da exploração mineral e morfologia da *Curatella americana* L bem como artigos, publicações e pesquisas referentes ao tema proposto e disponíveis ao público.

- As atividades de mapeamento da área ocorreram durante 05 dias, onde se escolheu a área de estudo a ser mapeada. O mapeamento ocorreu também através de foto satélite, imagem fornecida pelo sema (FIG 3).

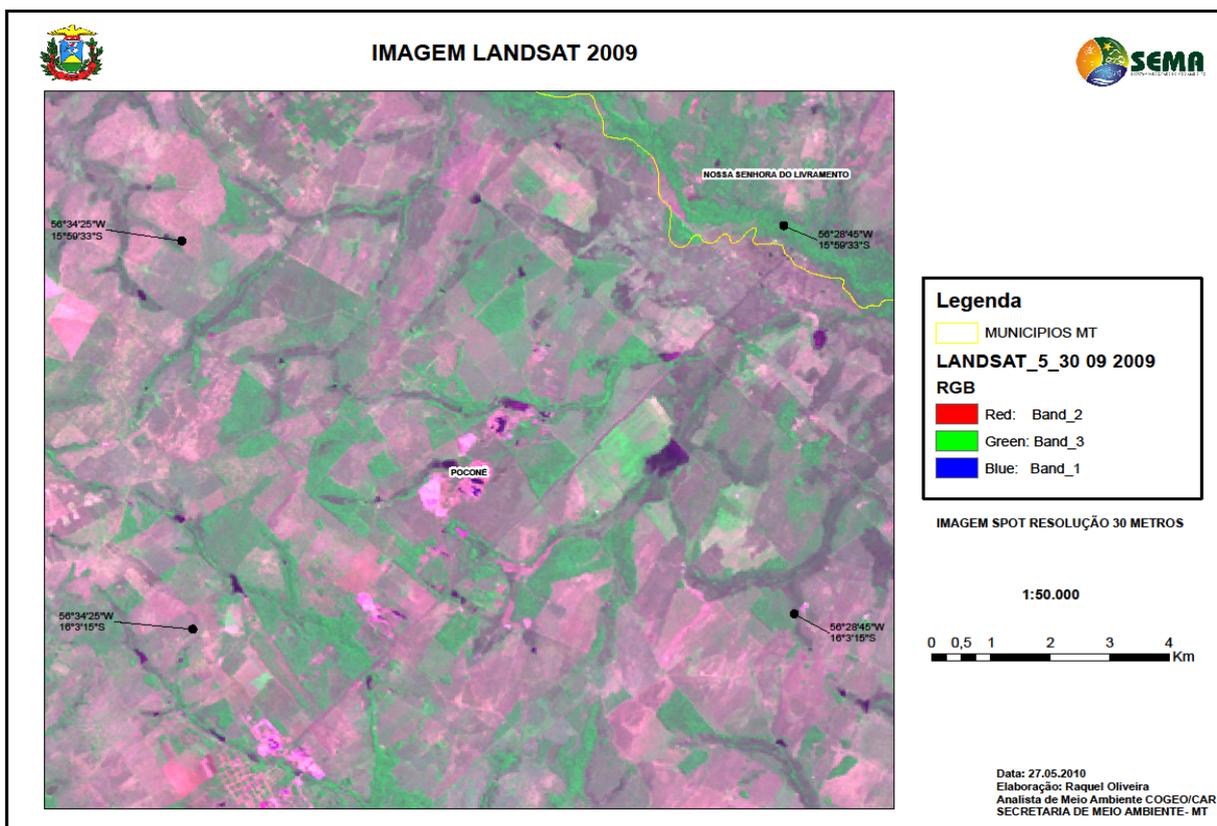


Figura 4 - Imagem foto satélite Landsat 2009 do Distrito de Cangas Município de Poconé, fornecida pelo Sema.

Para se alcançar o objetivo proposto, qual seja, confirmar a demarcação de áreas auríferas na Baixada Cuiabana através da biogeoquímica, a escolha da área de amostragem foi fundamental, optando-se por uma área de produção de ouro para confirmar a existência do metal. Assim a área da Mineração São Rafael foi selecionada após a visita de diferentes áreas nas regiões de Poconé, Cangas, Livramento e Cuiabá.

A área estudando apresenta dois conjuntos de cavas de extração de minérios, que foram denominadas de conjunto de cava norte (CCN) e conjunto de cava sul (CCS) (Figura 3). As cavas possuem direção aproximada NW, seguindo a direção principal dos veios mineralizados, e os dois conjuntos CCN e CCS estão orientados entre si na direção NE.

A malha de amostragem foi marcada através de uma linha base de direção NE, com linhas de amostragens na direção NW. A distância entre as linhas é de 400 metros e entre as amostras é de 200 metros (Figura 4).

Em cada ponto foi coletado em torno de 1 kg de folhas de Lixeira, em árvores de altura entre 1 e 2 metros (Figura 7a). As folhas coletadas apresentavam diâmetro maior em torno de 20 centímetros, cor verde intensa, evitando-se sempre que possível as folhas que apresentavam variação de cor, ou textura alterada por qualquer motivo (Figura 7b). Na coleta observaram-se a idade das árvores e das folhas, foram coletadas folhas das árvores de mesma idade. O período de coleta foi coincidente com a época chuvosa, evitando-se desta forma a contaminação das folhas por poeira gerada pela atividade de mineração.

No laboratório as amostras de folhas foram lavadas com água bi-destilada, secas e desidratadas a 80°C em estufa, e submetidas à calcinações a 450°C em mufla por um período de 6 a 8 horas. Logo após foram enviadas frações de 3 g de cinza vegetal para análises no *Acme Analytical Laboratories (Vancouver) Ltd.*

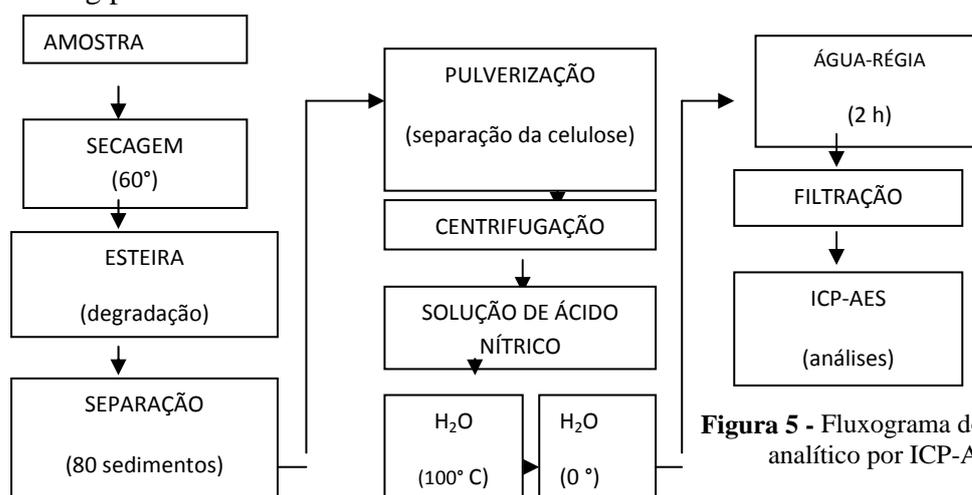
Etapa de laboratório

No laboratório as amostras de planta foram lavadas com água bi-destilada, secas e desidratadas a 80°C em estufa, e submetidas à calcinação a 450°C em mufla por um período de 6 a 8 h. Logo após foram enviadas frações de 3 g de cinza vegetal para análises no ACTLAB – Activation Laboratories, Canadá, para Au e mais elementos, para Au e mais os elementos Ag, Al, As, B, Ba, Bi, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Ga, Hg, K, La, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, P, Pb, S, Sb, Sc, Se, Sr, Te, Th, Ti, Tl, U, V, W e Zn, utilizando-se o método de análise por ICP-AES com padrão Gold Blank Standard para se fazer uma correlação entre processos biogeoquímicos.

Preparação das Amostras no laboratório ACTLAB

Todas as amostras são secas a 60 ° C. Moss-esteiras são desagregadas, em seguida, peneirada para produzir -80 sedimentos -malha. Vegetação é pulverizada. A amostra de 1 g é pesada em frascos de centrífuga, 5 g divisões são colocadas em recipientes de plástico. A amostra sofre digestão, onde primeiro são resfriadas e depois lixiviadas com ácido nítrico concentrado para 1 hora, depois são, digerida em um banho de água quente por uma hora adicional.

Após o resfriamento uma versão modificada do Aqua Regia solução de partes iguais concentrada ACS grau HCl e HNO₃ e desmineralizada H₂O é adicionado a cada amostra (6 mL / g) para lixiviação em um banho de água quente (~ 95 ° C) por 2 horas. Após o resfriamento, a solução é composta de um volume final com HCl 5%, em seguida filtrada. Peso da amostra para a solução relação de volume é de 1 g por 20 mL.



Métodos e especificações para pacote de análise Grupo 1ve-Ms-Ultratrace Icp-Ms Nálise • Aqua Regia

As Soluções são aspiradas em um Elan Perkin Elmer 9000 massa ICP espectrômetro são analisados para o pacote básico que compreende 37 elementos: Au, Ag, Al, As, B, Ba, Bi, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Ga, Hg, K, La, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, P, Pb, S, Sb, Sc, Se, Sr, Te, Th, Ti, Tl, U, V, W e Zn. O pacote completo acrescenta os seguintes 14 elementos: Be, Ce, Cs, Ge, Hg, In, Li, Nb, Rb, Re, Sn, Ta, Ta, Y, Zr, Pd e Pt. Amostra maior racha é recomendado para melhor precisão analítica em elementos sujeitos a pepita de efeitos (por exemplo, Au, Pt). Controle de Qualidade e verificação de dados QA / QC protocolo incorpora um branco de amostra-prep (G-1) como a primeira amostra do trabalho que é realizado todas as fases da preparação para análise. Um lote composto por 36 Analytical cliente amostras e incorpora uma pasta duplicada para monitorar analítica precisão, uma malha -10 rejeita duplicadas para monitorar amostragem sub-variação (núcleo da broca apenas), um reagente em branco para medir fundo e alíquotas de in-house como Material de Referência Dados STD V14 passa por uma verificação final por um britânico Columbia Certified Assayer que então valida os resultados antes de é liberado para o cliente. (Acmelabs-Activation Laboratories).

As amostras 8, 12 e 14 apresentaram massa insuficiente para procedimento das análises. O processo Analítico foi realizado através da seguinte metodologia apresentada no fluxograma (Figura 5).

Figura 5 - Fluxograma do processo analítico por ICP-AES.

Os resultados analíticos estão apresentados na tabela 1 e foram analisados com a utilização dos *softwares* Surfer e Excel, visando à identificação de anomalias para ouro na região estudada e o estudo da relação entre os elementos. Nas amostras, somente o elemento

W apresentou teores abaixo do limite de detecção. FERNANDES et al., (2005) citam os seguintes elementos com teores abaixo do limite de detecção, para amostras de folha de Lixeira com mineralização de ouro do Grupo Aguapeí: Cs, Hf, Ag, Ir, Ni, Se, Ta, U, W e Tb.

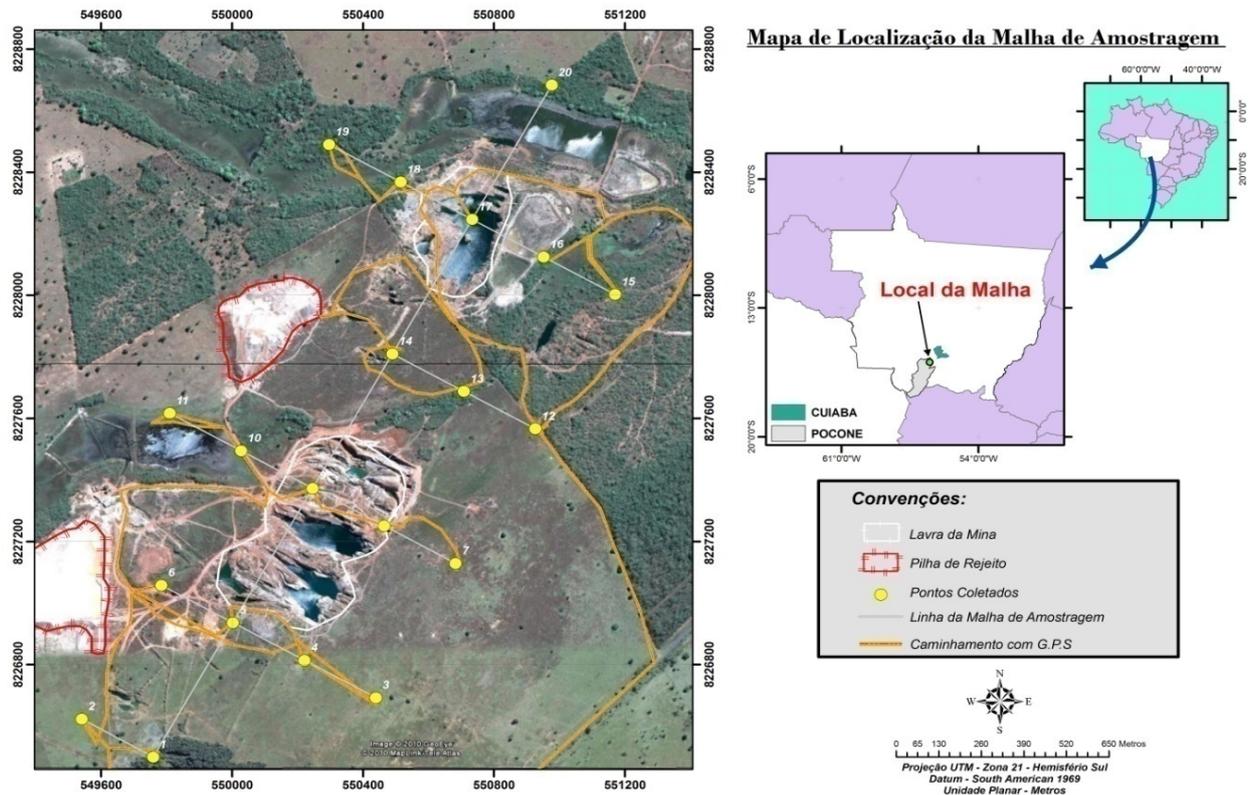


Figura 6 – Mapa de localização da malha de amostragem de folhas de Lixeira no Distrito de Cangas Município de Poconé-MT.



Figura 7 – (a) Amostragem de folhas de *Curatella americana* L; Lixeira em árvore de aproximadamente 2 metros de altura. (b) Aspecto das folhas amostradas.

Tabela 1 - Resultados obtidos para folhas de Lixeira coletadas na área de Pesquisa no distrito de Cangas, Poconé -MT. (I.S.= massa insuficiente para análise). Teores mínimos e máximos de cada elemento com sobreado cinza.

Amostras	Au (ppb)	Ag (ppb)	Cu (ppm)	Pb (ppm)	Zn (ppm)	As (ppm)
1	131,7	47	34,99	7,72	105,2	1,4
2	11,6	6	10,06	3,54	53,8	0,2
3	88,5	22	28,80	3,03	100,5	0,4
4	106,8	36	62,06	3,34	162,6	0,8
5	105,5	40	19,25	2,58	102,5	0,8
6	152,6	35	34,53	2,54	102,1	0,8
7	243,0	117	43,63	5,76	131,9	1,0
8	I.S.	I.S.	I.S.	I.S.	I.S.	I.S.
9	507,7	138	36,77	4,51	85,8	0,9
10	49,6	13	12,53	2,67	60,8	0,2
11	42,1	21	20,48	11,86	141,0	0,3
12	I.S.	I.S.	I.S.	I.S.	I.S.	I.S.
13	82,8	42	15,71	2,27	51,2	0,3
14	I.S.	I.S.	I.S.	I.S.	I.S.	I.S.
15	22,5	13	13,34	2,78	88,7	0,2
16	154,7	61	36,46	1,71	110,4	<0,1
17	20,2	10	25,63	1,84	147,7	<0,1
18	751,5	195	41,73	3,27	156,3	0,5
Teor mínimo de detecção	0,2	2	0,01	0,01	0,1	0,1
Média de Teores	164,72					
Background	184,97					

O resultado das análises da cinza das folhas da lixeira para o elemento Au mostrou teor mínimo de 11,6 ppb e máximo de 751,5 ppb, com média de teores de 164,7ppb. O *background* calculado para a área é de 184,97ppb. Para a área do depósito Ellus, no município de Porto Esperidião, estado de Mato Grosso, contexto geológico, na porção sudoeste do Cráton Amazônico, as análises das cinzas da espécie vegetal utilizada demonstraram concentração de até 11 vezes (203 ppb) o teor adotado como *background* (17,9 ppb) para o depósito, o valor mínimo de Au foi de 30,3 ppb e o máximo de 203 ppb (Medeiros et al., 2005). Assim, na região de Cangas, distrito de Poconé, o teor máximo foi 3,7 vezes maior do que na área do depósito Ellus, e o *background* 10,33 vezes.

Ao se comparar o teor de ouro nas

amostras estudadas pode se verificar que as amostras 18>9>7>4 respectivamente obtiveram em ordem decrescente maior absorção de ouro devido à proximidade da cava do garimpo. Calculou-se a média aritmética dos elementos Ag, Cu, Zn, Pb e As, que são 53,06; 29,06; 106,7; 3,96 e 0,52 respectivamente.

A partir da análise dos mapas de isotores de Au, Ag, Cu, Pb, Zn e As (Figura 8) observam-se que as anomalias de Au e Ag são perfeitamente similares, com valores de Au acima de 450ppb para o conjunto de cavas sul, e acima de 130ppb de Ag para o mesmo conjunto de cavas. No conjunto de cavas ao norte ocorreu um deslocamento da anomalia para oeste, apresentando este ponto teores acima de 650ppb e 170ppb para Au e Ag respectivamente (Verlag, 2003; Isa et

al.,2004).

Este desvio precisa ainda ser mais bem compreendido, sendo neste estudo interpretado como um valor anômalo, mesmo para os padrões de áreas mineralizadas, denominado em exploração mineral de ouro

como “efeito pepita”. O elevado valor de ouro neste ponto foi também o fator responsável pelo elevado *background* de ouro nas folhas de *Lixeira* para o local pesquisado (Apezato & Carmello, 2003).

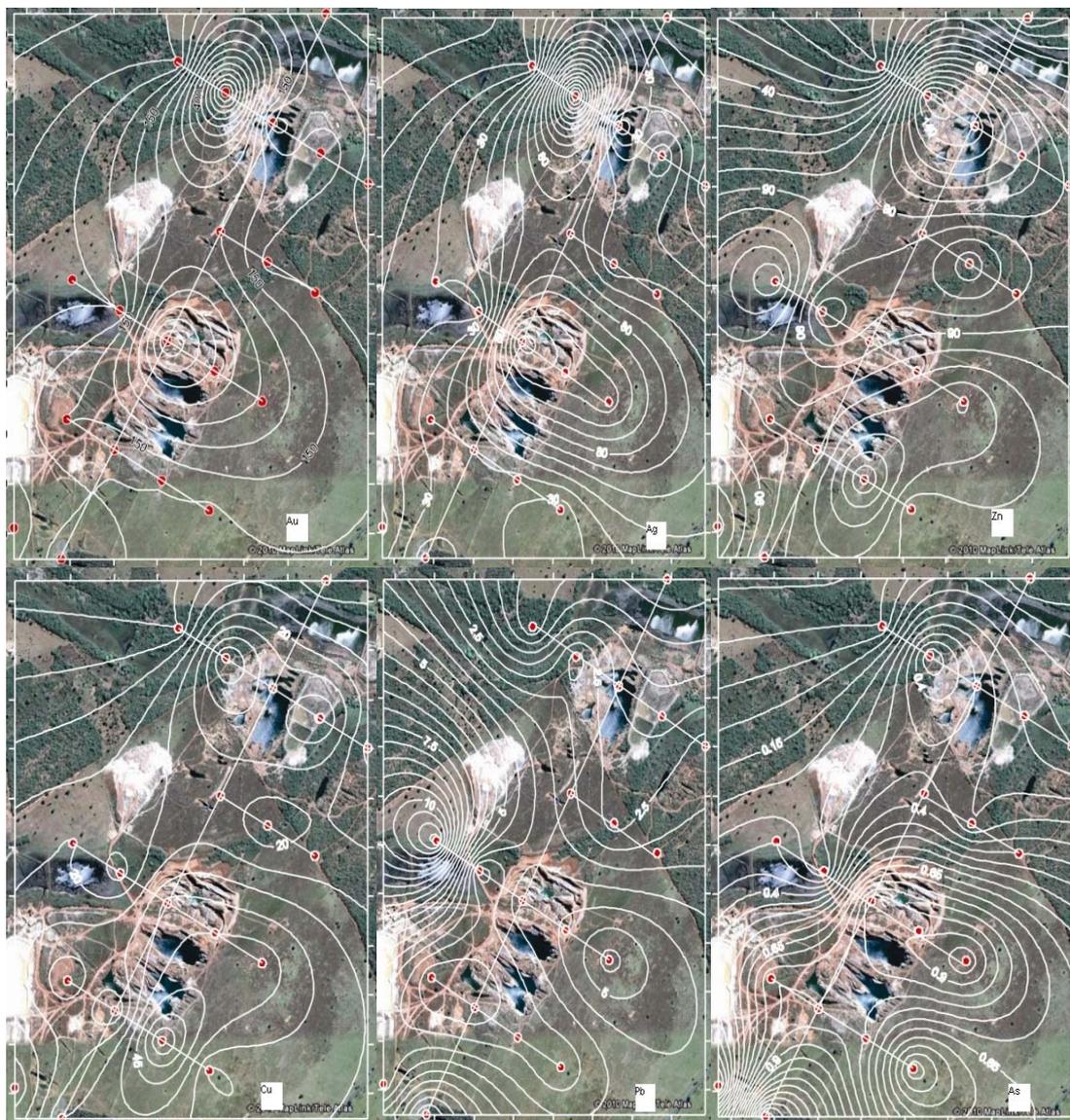


Figura 8 - Malhas de amostragem e mapas de isoteores em ppb de Au, Ag, Zn, Cu, Pb e As em folhas de *Lixeira* para a área estudada. Base cartográfica do Google Earth copiada em novembro de 2010.

As anomalias de Cu, Pb, Zn e As ocorrem sempre no entorno dos conjuntos de cavas. As curvas de isoteores destes elementos, no entanto, não obedecem a um padrão de similaridade entre elas, e nem mesmo entre estes elementos e o Au e Ag. Considerando-se as associações paragenéticas de acordo com

Maartinelli & Batista (2003) seria de se esperar que tais elementos tivessem o mesmo comportamento do Au e da Ag. Dois fatores podem ser usados como justificativa para tal comportamento, diferenças na absorção dos diferentes elementos metálicos pelos vegetais, e o fato de que os mais altos teores de ouro em

solo do Grupo Cuiabá geralmente apresentam locais de mais intensa oxidação, fato que concorre na lixiviação de elementos como Cu, Pb e Zn.

Apesar do comportamento diferenciado dos elementos Cu, Pb, Zn e As em relação ao Au e Ag, observa-se que no conjunto de cava norte as curvas de isotores do Zn e do As apresentam comportamento semelhante ao do Au e da Ag (Figura 8.1 e 8.2).

Também foram calculados correlação entre os elementos (Au, Ag, Cu, Pb, Zn, As) cujos os teores ficaram acima do limite de detecção. As correlações mais expressivas são Ag - Au($r=0.32$), Pb - Cu($r=0.13$), Cu - Zn($r=0.27$), As - Cu($r=0.01$) e As - Pb($r=0.13$). Entre os estudados não houve correlação relativa entre o elemento arsênio, mostrando que este não pode ser utilizado como guia prospectivo. Observa-se que o aumento do teor

de Au nas cinzas da planta ocorre nas amostras de plantas situadas nas proximidades das cavas Sul e Norte do garimpo São Rafael.

A análise da associação dos elementos Au, Ag, Cu, Pb, Zn e As através do diagrama (Figura 9) mostra a forte relação do Au com a Ag, apresenta também uma relação destes dois elementos com o Cu, muito embora não seja comum a todos os pontos amostrados. A relação destes elementos com o Pb é observada somente em alguns pontos amostrados.

A associação entre os elementos Au, Ag, Cu, Pb e Zn é comum em vários depósitos e ocorrências de ouro, fato não muito comum na Baixada Cuiabana. No entanto, apesar de todas as peculiaridades envolvidas na absorção dos diferentes metais pelas plantas, os resultados mostram que pelo menos para o caso amostrado, esta relação fica mantida em amostras de folhas de *Lixeira* na área pesquisada.

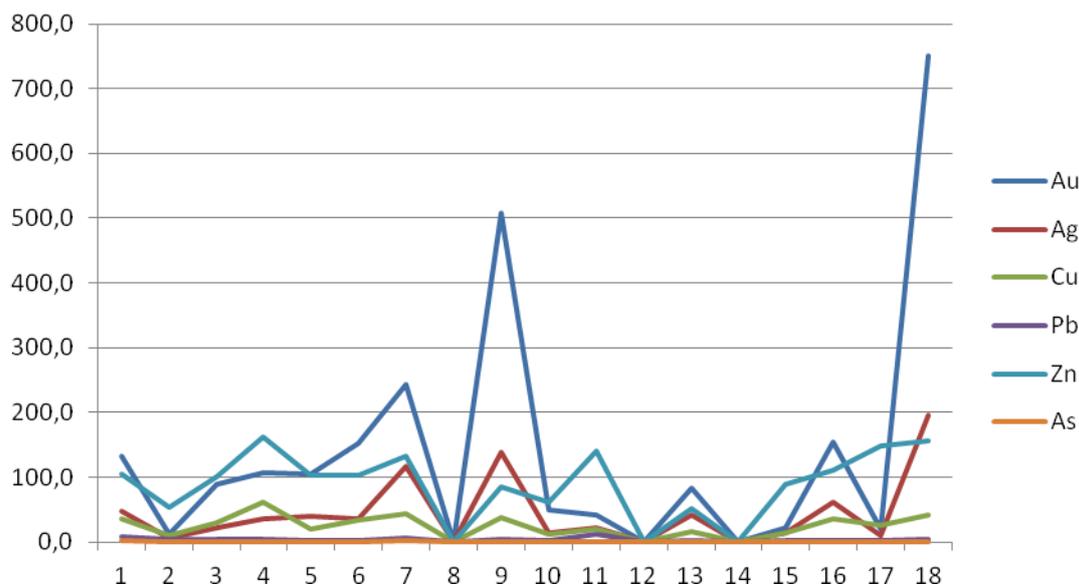


Figura 9 – Diagrama mostrando a correlação entre os elementos Au, Ag, Cu, Pb, Zn e As para as folhas de *Lixeira* analisadas na área de pesquisa.

3 DISCUSSÕES E CONCLUSÕES

O método biogeoquímico utilizando folhas de *Lixeira* já havia sido testado anteriormente para delimitar áreas mineralizadas a ouro, na área de ocorrência de mineralizações auríferas em rochas do metassedimentar do Grupo Aguapeí e do

Granito Ellus, no sudoeste do Estado de Mato Grosso, nesta região, Fernandes (1999) obteve resultados positivos na relação de teores de ouro em amostras de solo, com teores de ouro em amostras de folhas de *Lixeira*.

O presente estudo delimitou uma área de ocorrência de mineralizações auríferas,

através da presença de atividades garimpeiras, reconhecidas como altas produtoras de ouro na região de Cangas, distrito de Poconé, Estado de Mato Grosso. No local foi projetada uma malha regular para amostragem das folhas de *Lixeira*. Os resultados geoquímicos plotados em mapas de isotores marcaram claramente os limites das áreas mineralizadas através de valores anômalos de ouro e prata em folhas de *Lixeira*. Os valores de ouro aumentam nas proximidades das cavas garimpeiras. Os dados mostraram ainda uma relação muito clara entre os elementos Au, Ag e Cu, e de forma discreta uma relação destes elementos com o Pb e o Zn, muito embora esta relação não sido descrita através de associação mineral ou associação geoquímica para as áreas mineralizadas da região de cangas.

Quando se compara os teores de metais obtidos nos trabalhos de FERNANDES (1999) para as folhas de *Lixeira* nos garimpos de Pontes e Lacerda e Porto Esperidião, Estado de Mato Grosso, com os teores obtidos por este trabalho na região garimpeira de Cangas, Distrito de Poconé, observam-se que os teores de metais são mais elevados para esta última área pesquisada. Utilizando-se o valor do background de ouro em folhas de *Lixeira*, para as duas regiões, observa-se que o valor obtido para Cangas, igual a 184,97ppb é 10,3 vezes maior que o valor de 17,9ppb, obtido para Porto Esperidião.

Esta informação associada à simplicidade e ao baixo custo do método permite ampliar a área alvo a ser pesquisada e comprova a eficiência do método de prospecção biogeoquímica utilizado. Assim, o método pode ser indicado para exploração de ouro em toda a área de ocorrência do Grupo Cuiabá, ou em qualquer outra onde a *Lixeira* tenha uma distribuição homogênea.

AGRADECIMENTOS

Ao Geólogo Carlos José Fernandes – Geomim Ltda. por sua contribuição em todas as fases da pesquisa, ao Geólogo André Luiz

da Silva Molina da Cooperativa dos Garimpeiros de Poconé (COOPERPOCONE) pelo apoio aos trabalhos de campo, ao discente Fillipe pela ajuda no trabalho de coleta de amostras em campo e a Mestranda Ivanni pela ajuda nos gráficos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, F. F. M.; HASUÍ, Y. *O pré-cambriano do Brasil*. São Paulo: Edgard Blücher, 1984. 378 p.

ALMEIDA F. F. M., 1964. *Geologia do Centro-Oeste Mato-Grossense*. Rio de Janeiro, DNPM/DGM, Boletim 215, 137 p.

ALMEIDA, N. N.; NUNES DA CUNHA, C. 1995. Mapa da cobertura vegetal da região noroeste do Pantanal de Poconé. Registro do ano de 1966. In: CNPq. Fotointerpretação de fotografias aéreas aplicada ao estudo da vegetação e avaliação territorial. *Relatório*. 26p.

AMEIDA, N. N.; SILVEIRA, E. A.; PAES DE BARROS, L. T. L. 2000. Mapa de vegetação, uso e ocupação do solo da região de Poconé-MT. In: SIMPÓSIO SOBRE RECURSOS NATURAIS E SÓCIO-ECONOMICOS DO PANTANAL, 3., Corumbá. Os desafios do novo milênio. *Resumos* Corumbá: Embrapa Pantanal, 2000.

ALMEIDA, S. P.; PROENÇA, C. E. B.; SANO S. M.; RIBEIRO, J. F. 1998. *Cerrado: espécies vegetais úteis*. Planaltina: EMBRAPA-CPAC.

ALVARENGA C. J. S. 1984. *Dobramentos da Faixa Paraguai na borda Sudeste do Cráton. Amazônico*. In: SBG, Congresso Brasileiro de Geologia, 32, Rio de Janeiro.

APEZZATO-DA-GLÓRIA, B. & CARMELLO-GUERREIRO, S.M. 2003. *Anatomia Vegetal*. Ed. UFV - Universidade Federal de Viçosa. Viçosa-MG.

- BARBOZA, E. DA S. 2008. *Gênese e controle estrutural das mineralizações Auríferas do Grupo Cuiabá, na Província Cuiabá - Poconé, centro Sul do Estado de Mato Grosso – Brasil*. Tese de Doutorado da Universidade do Estado do Rio de Janeiro.
- CUTTER, E.G. 1986. *Anatomia Vegetal. Parte I - Células e Tecidos*. 2ª ed. Roca. São Paulo.
- EVANS, J. W., 1894. The Geology of Mato Grosso (Particularly the region drained by the upper Paraguay); *Quater. Journal Soc. London, Londres*, 50 (2): 85 – 104.
- FERNANDES, C. J.; PINHO, F. E. C.; PULZ, G. M.; BARBOZA, E. S.; RUIZ, L. M. B. A.; RUIZ, FAGUNDES, PAULO ROBERTO.; VEIGA, ANTONIO. T. C. 1999. Diretrizes e prospecção de mineralização aurífera na Baixada Cuiabana-MT. In: *Anais 3º Simpósio de Geologia do Centro-Oeste*. SBG/Núcleo Centro-Oeste.
- MEDEIROS, E. L. M.; FERNANDES, C. J.; MEIRA, A. L. O. S.; BARTOLOMEU, D.; MIGUEL Jr., E SANTOS, D. I. 2005. Utilização da espécie *Curatella Americana-“Lixeira”* na prospecção biogeoquímica para ouro no depósito Ellus, Região do Alto Guaporé- MT. *Anais da 57ª Reunião Anual da SBPC - Fortaleza, CE*.
- MELO, J. T.; SILVA, J. A.; TORRES, R. A. A.; SILVEIRA, C. E. S.; CALDAS, L. S. 1990. Coleta, propagação e desenvolvimento inicial de espécies do Cerrado. In: Sano, S. M., Almeida, S. P. ed. *Cerrado: ambiente e flora*. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 556p., 1998.
- NUNES DA CUNHA, C. *Estudo florístico e fitofisionômico das principais formações arbóreas do Pantanal de Poconé-MT*. Campinas: IB/UNICAMP, 105p. Dissertação de Mestrado.
- SILVA C. H. 1999. *Caracterização Estrutural de Mineralizações auríferas do Grupo Cuiabá, Baixada Cuiabana (MT)*. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 134p
- SILVA, C. H.; SIMÕES, L. S. A.; RUIZ, A. S., BARBOZA, E. S., 2006. Província Aurífera Cuiabá - Poconé - Estágio Atual do Conhecimento Geológico dos Depósitos de Ouro. In: FERNANDES & VIANA (Eds.), *Coletânea Geológica de Mato Grosso*, 2: 35-53.
- SILVA C.H., SIMÕES L.S.A., RUIZ A.S. 2002. Caracterização estrutural dos veios auríferos da região de Cuiabá, MT. *Revista Brasileira de Geociências*, 32:407-418.
- TOKASHIKI, CLÁUDIA DO COUTO E SAES, GERSON SOUZA. 2008. Revisão estratigráfica e faciologia do Grupo Cuiabá no alinhamento Cangas-Poconé, Baixada Cuiabana, Mato Grosso. *Rev. Bras. Geociênc.*, vol.38, no.4, p.661-675.
- www.timblindim.files.wordpress.com acesso em 25 Abr. 2009.
-
- [1] - Raélita de Oliveira Resende' Bióloga, coordenadora Pedagógica/SEDUC
E-mail: raelitahta@hotmail.com
- [2] – Dr. Francisco Egídio C. Pinho. Professor da Universidade Federal de Mato Grosso UFMT.
E-mail: aguapei@yahoo.com