



**RESUMO SOBRE O DEPOSITO
ECONÔMICO DA CUTIA**

PROCESSO ANM Nº 850.661/2010

PROJETO CUTIA

CURIONOPOLIS - PA

Abril 2019

1. INTRODUÇÃO

Este documento apresenta os dados alcançados com os trabalhos de Pesquisa Mineral e tem por objetivo a avaliação econômica de jazimento de Au em área de 629,36 ha (processo DNPM 850661/2010), Alvará de Pesquisa N° 11380/10, publicado no Diário Oficial de União em 24/09/2010, que concedeu autorização de pesquisa para minério de cobre e ouro para a Cooperativa Mista de Garimpeiros da Cutia - COOMIC, na região do Morro da Cutia e Serra do Cavalo, município de Curionópolis, estado do Pará.

O relatório contempla a integração de informações de várias etapas prospectivas na referida área, com dados coletados por diferentes empresas, parceiras da COOMIC, merecendo destaque as parcerias DOCEGEO, VALE, Grifo Pesquisa Mineral Ltda e Enviplan Recursos Minerais. Esta última, sob coordenação do Msc. Engenheiro de Minas Roberto Adones Ferreira Lopes e do Geólogo relator, Elton Dourado.

2. HISTÓRICO

A área do Processo 850.661/2010 apresenta histórico de atividade de extração mineral ligada ao Garimpo da Cutia. Distante 22 km do garimpo de Serra Pelada, pertencente ao município de Curionópolis, foi aberto em 1988. Nos anos que se seguiram, o local atraiu mais de 20 mil garimpeiros em busca de ouro. Quase 2 mil kg de ouro foram extraídos do local até 1992, quando o então presidente Collor determinou o fim da extração manual dos garimpos em todo o País.

Agora a previsão é que o garimpo seja explorado de forma mecanizada, que permitirá o controle de mina. A Cooperativa Mista do Garimpo da Cutia – COOMIC, fez diversas parcerias que permitiram alavancar os trabalhos de pesquisa mineral na área, proporcionando a caracterização do depósito de ouro da cutia. Os 8.500 garimpeiros cooperados contam com o desenvolvimento de técnico e econômico para a lavra mecanizada da área pesquisada dentro da área de concessão.

Uma outra informação bastante importante e que deve ser considerada é o fato de o Depósito da Cutia fazia parte do Complexo Luanga, um grande depósito econômico que hoje se encontra em concessão de lavra, área rica dos minerais do grupo da Platina e ouro (PGE + Au). O depósito econômico da Cutia está inserida dentro da mesma região mineralizada do Luanga e também deve apresentar minerais do grupo da platina (PGE + Au).

O Depósito da Cutia assim como todo o Complexo Luanga é uma das intrusões em camadas atribuídas como parte da suíte Serra Leste (Ferreira Filho et al., 2007). Esta suíte foi originalmente agrupada com base em anomalias de PGE e associação espacial das intrusões máficas-ultramáficas. Dados atuais, fornecidos por estudos recentes (Teixeira et al., 2015; Mansur e Ferreira Filho, 2016), sustentam a existência de uma suíte fértil da PGE na porção leste da Província Mineral de Carajás. Se esta suíte magmática se originou de magmas anômalos ricos em PGE ou da evolução magmática de magmas máficos regulares é o assunto dos estudos atuais na Província Mineral de Carajás.

Os dados essenciais, originais, da concessão encontram-se abaixo, conforme contido no Cadastro Mineiro da ANM.

PROCESSO: 850.661 ANO: 2010

Dados Essenciais

Processo: 850.661 Ano: 2010 Ativo: Sim

Requerente: Cooperativa Mista do Garimpo da Cutia – COOMIC

Localização da Área: Garimpo da Cutia

Último Evento: Aut Pesq/Guia de Utilização Requerimento Protocolizado –
23/02/2018

Último Diploma: Aut Pesq/Guia de Utilização Autorizada Publicada – 19/12/2016 Data
da Protocolização: 13/09/2010

Substância

Classe

Ouro

Substância Minerais Metalíferas

Município

Distrito

Curionópolis

Curionópolis

Memorial Descritivo da Área

Com uma superfície de 629,36 hectares, a área do processo 850.661/2010 tem sua amarração e poligonal envoltória definidas conforme os dados abaixo.

PROCESSO: 850.661 ANO: 2010

Poligonal Ativa

Ponto de Amarração: Coincide com o primeiro vértice (estudo de áreas)

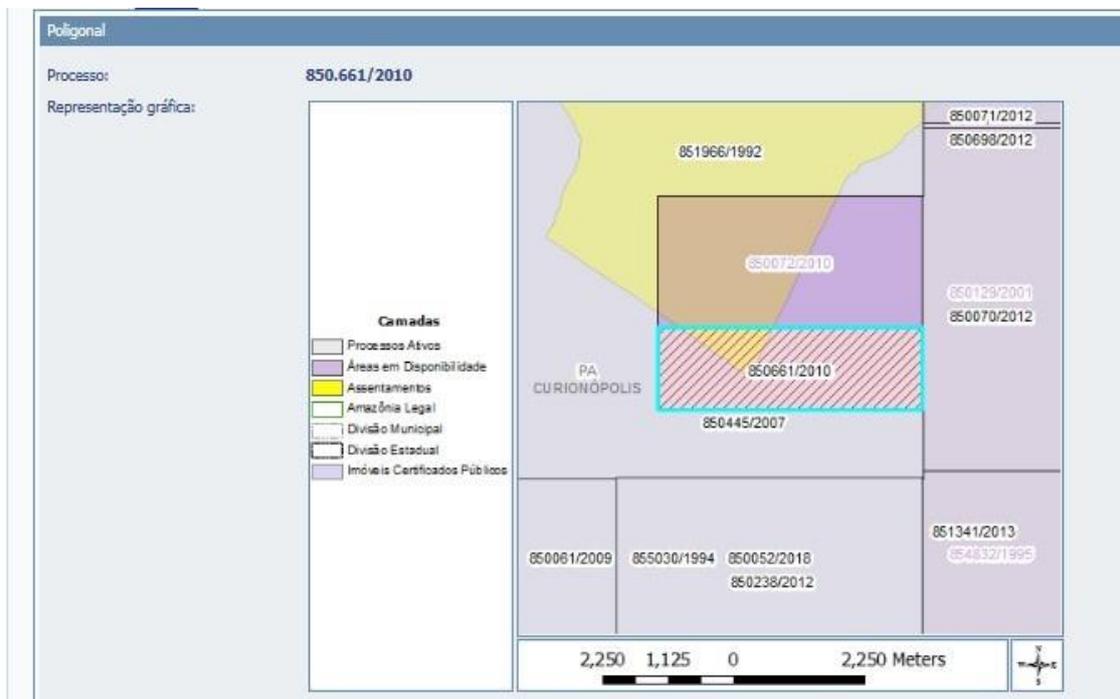
Latitude: -05°59'26"758

Longitude: -49°30'10"465

Poligonal – Superfície Informada: 629,36 há Superfície Calculada: 629,36 há Número de Vértices: 4

Vetores

Distâncias	Rumo
4500	W
1400	N
4500	E
1400	S



Documentos que compõem o processo:

Eventos:

Descrição	Data
236 - AUT PESQ/DOCUMENTO DIVERSO PROTOCOLIZADO	16/04/2019
317 - AUT PESQ/RELATORIO PESQ APROV ART 30 I CM PUBL	05/04/2019
236 - AUT PESQ/DOCUMENTO DIVERSO PROTOCOLIZADO	08/02/2019
236 - AUT PESQ/DOCUMENTO DIVERSO PROTOCOLIZADO	14/01/2019
236 - AUT PESQ/DOCUMENTO DIVERSO PROTOCOLIZADO	26/11/2018
236 - AUT PESQ/DOCUMENTO DIVERSO PROTOCOLIZADO	04/10/2018
236 - AUT PESQ/DOCUMENTO DIVERSO PROTOCOLIZADO	05/09/2018
236 - AUT PESQ/DOCUMENTO DIVERSO PROTOCOLIZADO	10/07/2018
236 - AUT PESQ/DOCUMENTO DIVERSO PROTOCOLIZADO	10/07/2018
236 - AUT PESQ/DOCUMENTO DIVERSO PROTOCOLIZADO	23/04/2018
290 - AUT PESQ/RELATORIO PESQ FINAL APRESENTADO	13/04/2018

236 - AUT PESQ/DOCUMENTO DIVERSO PROTOCOLIZADO	27/02/2018
283 - AUT PESQ/GUIA UTILIZAÇÃO REQUERIMENTO PROTOC	23/02/2018
264 - AUT PESQ/PAGAMENTO TAH EFETUADO	16/01/2018
641 - AUT PESQ/MULTA APLICADA-TAH	21/11/2017
635 - AUT PESQ/AUTO INFRAÇÃO MULTA-TAH	11/09/2017
667 - PARCELAMENTO MULTA QUITADO	10/08/2017
654 - AUT PESQ/PARCELAMENTO TAH QUITADO	07/03/2017
285 - AUT PESQ/GUIA UTILIZAÇÃO AUTORIZADA PUBLICADA	19/12/2016
621 - AUT PESQ/LICENÇA AMBIENTAL OPERAÇÃO APRESENTADA	18/11/2016
694 - PAGAMENTO VISTORIA FISCALIZAÇÃO EFETUADO	04/11/2016
283 - AUT PESQ/GUIA UTILIZAÇÃO REQUERIMENTO PROTOC	27/10/2016
285 - AUT PESQ/GUIA UTILIZAÇÃO AUTORIZADA PUBLICADA	26/09/2016
255 - AUT PESQ/CUMPRIMENTO EXIGÊNCIA PROTOCOLI	08/09/2016
635 - AUT PESQ/AUTO INFRAÇÃO MULTA-TAH	31/08/2016
236 - AUT PESQ/DOCUMENTO DIVERSO PROTOCOLIZADO	01/08/2016
214 - AUT PESQ/COMUNICACAO OCORR OUTRA SUBSTANCI	29/07/2016
621 - AUT PESQ/LICENÇA AMBIENTAL OPERAÇÃO APRESENTADA	19/05/2016
236 - AUT PESQ/DOCUMENTO DIVERSO PROTOCOLIZADO	12/01/2016
283 - AUT PESQ/GUIA UTILIZAÇÃO REQUERIMENTO PROTOC	21/09/2015
264 - AUT PESQ/PAGAMENTO TAH EFETUADO	31/07/2015
326 - AUT PESQ/PRORROGAÇÃO PRAZO 03 ANOS PUB	14/04/2015
236 - AUT PESQ/DOCUMENTO DIVERSO PROTOCOLIZADO	03/11/2014
236 - AUT PESQ/DOCUMENTO DIVERSO PROTOCOLIZADO	01/10/2014
236 - AUT PESQ/DOCUMENTO DIVERSO PROTOCOLIZADO	29/08/2014
236 - AUT PESQ/DOCUMENTO DIVERSO PROTOCOLIZADO	08/05/2014
265 - AUT PESQ/PRORROGAÇÃO PRAZO ALVARÁ SOLICITADO	21/11/2013
265 - AUT PESQ/PRORROGAÇÃO PRAZO ALVARÁ SOLICITADO	08/07/2013
236 - AUT PESQ/DOCUMENTO DIVERSO PROTOCOLIZADO	21/06/2013
239 - AUT PESQ/DENÚNCIA DE INVASÃO DA ÁREA	07/05/2013
264 - AUT PESQ/PAGAMENTO TAH EFETUADO	21/12/2012
236 - AUT PESQ/DOCUMENTO DIVERSO PROTOCOLIZADO	07/11/2012
239 - AUT PESQ/DENÚNCIA DE INVASÃO DA ÁREA	22/10/2012
264 - AUT PESQ/PAGAMENTO TAH EFETUADO	31/01/2012
236 - AUT PESQ/DOCUMENTO DIVERSO PROTOCOLIZADO	01/12/2011
236 - AUT PESQ/DOCUMENTO DIVERSO PROTOCOLIZADO	30/11/2011
264 - AUT PESQ/PAGAMENTO TAH EFETUADO	28/01/2011
236 - AUT PESQ/DOCUMENTO DIVERSO PROTOCOLIZADO	10/01/2011
236 - AUT PESQ/DOCUMENTO DIVERSO PROTOCOLIZADO	29/10/2010
209 - AUT PESQ/INICIO DE PESQUISA COMUNICADO	22/10/2010
323 - AUT PESQ/ALVARÁ DE PESQUISA 03 ANOS PUBL	24/09/2010
100 - REQ PESQ/REQUERIMENTO PESQUISA PROTOCOLIZADO	13/09/2010

3. ACESSO, INFRAESTRUTURA E ASPECTOS FISIAGRÁFICOS

A área de pesquisa está localizada na porção sudeste do Estado do Pará (Figura 1), dentro dos limites geopolíticos do município de Curionópolis. A mineração constitui uma importante atividade da região com constantes descobertas minerais que movimentam e promovem o seu desenvolvimento. A mineradora VALE é um bom exemplo do importante papel das empresas de mineração no desenvolvimento de parte do País, promovendo investimentos consideráveis em infraestrutura, como no caso da construção de uma ferrovia de 900 km que liga Carajás ao Porto de Ponta da Madeira, em São Luís do Maranhão.

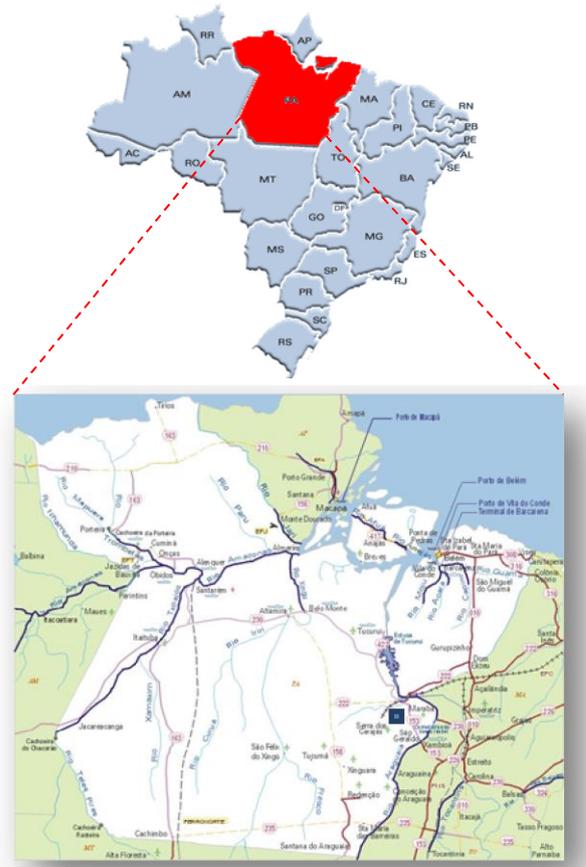


Figura 1. Mapa de Localização

As cidades de Marabá e Parauapebas são os mais importantes centros comerciais da região e distam cerca de 600 e 700 km de Belém, capital do Estado do Pará, respectivamente. O aeroporto de Marabá possui voos comerciais diários para Belém e para Brasília em aviões a jato. O aeroporto de Carajás vive atualmente uma situação não muito diferente do aeroporto de Marabá, com voos comerciais diários, para Belém, Brasília e Belo Horizonte.

A localidade em questão tem tradição em atividades de mineração, o que coloca as autoridades locais e a população, geralmente informadas a respeito dos trabalhos de exploração mineral da região. Garimpos e atividades de extração manual têm sido mínimos atualmente na região, entretanto, um novo tipo de organização vem surgindo com força. Trata-se do movimento dos sem-terra que ocasionalmente provocam conflitos com proprietários de terras e autoridades locais, problemas que vêm sendo lentamente solucionados. As comunidades indígenas vivem em pequeno número e em áreas isoladas, no entanto, as reservas indígenas oficiais ocupam significativas extensões de terra, as quais apresentam legislação específica para atividades de mineração.

Desde a década de 70 os recursos minerais de Carajás passaram a ter importância estratégica para o Brasil, sendo alocados para a região recursos financeiros para obras gerais de infraestrutura. Estas obras causaram modificações profundas na região promovendo um rápido desenvolvimento, com surgimento de novas cidades que vêm sendo melhoradas. Este rápido desenvolvimento causou certo impacto dentro de algumas comunidades, como por exemplo, na cidade de Marabá, cuja população em 1970 era de 24.000 habitantes, passou para 60.000 em 1980, e hoje já chega a 233.669 habitantes (IBGE, 2010).

A área de interesse (Figura 2), DNPM 850.661/2010, está localizada em linha reta a cerca de 530 km da Capital do Estado, Belém. 92 km a sudoeste da cidade de Marabá/PA, importante centro urbano. Partindo-se do núcleo de Marabá no rumo ao sudeste, num percurso de 125 km, chega-se à cidade de Curionópolis, onde a cooperativa da Cutia possui um escritório na Rua H, nº 117, Bairro União – CEP 68515000, Tel./Fax (94) 3346-3951. O acesso pode ser feito, inicialmente, a partir da cidade de Curionópolis/PA através da PA-275 no sentido Eldorado dos Carajás até o trevo conhecido como Km 16, de onde segue-se por vicinal que dá acesso à Serra Pelada. A partir desse ponto, toma-se uma estrada cascalhada na direção norte, percorrendo-se aproximadamente 13 km, tomando-se estreita estrada a esquerda em um trecho de 5 Km até a área de pesquisa, margeada pela Serra do Cavalo a com estrutura da Vila da Cutia.

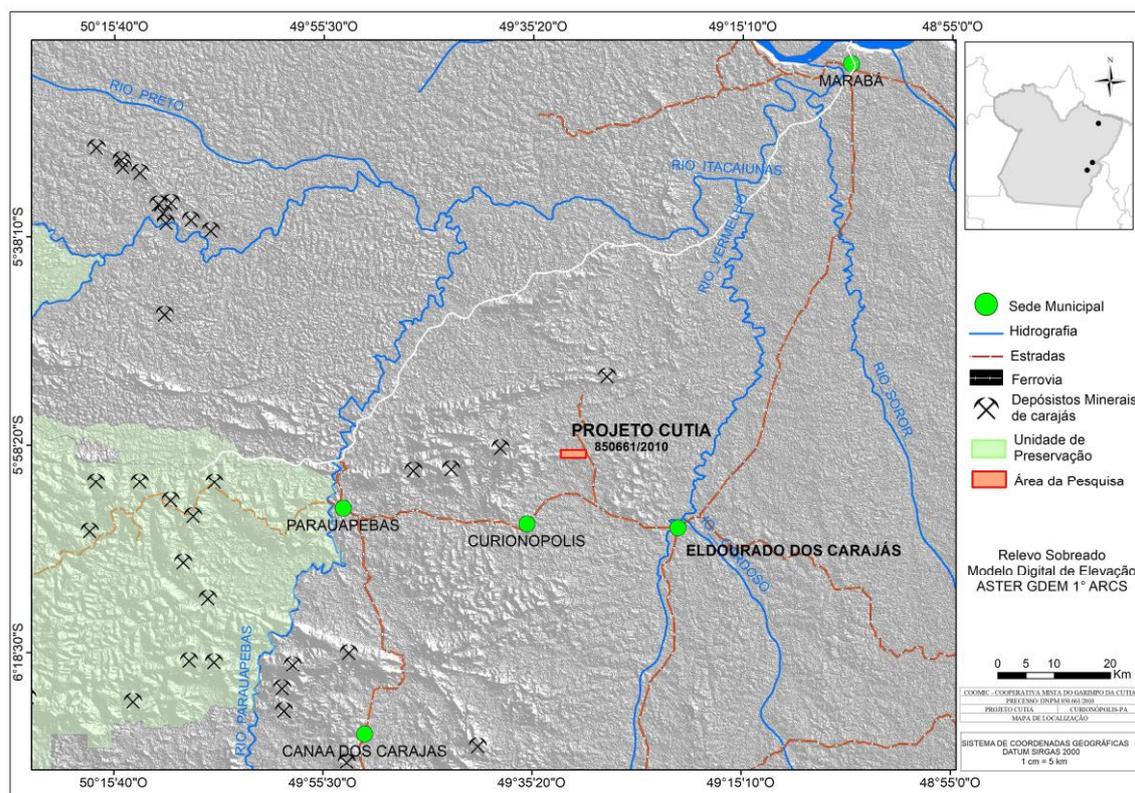


Figura 2. Mapa de localização da área DNPM 850.661/2010, Projeto Cutia.

Atualmente, a infraestrutura das cidades da região é consideravelmente boa, com facilidades para comunicação, energia elétrica, transporte, hospedagem e redes bancárias, tanto em Curionópolis, Parauapebas, Eldorado dos Carajás e Marabá.

A área do garimpo da Cutia é servida com energia elétrica proveniente da UH de Tucuruí e cortada por linhas de transmissões dos Projetos Serra Leste e Serra Pelada.

4. GEOLOGIA REGIONAL

4.1 CONTEXTO GEOTECTÔNICO

Com base no contexto geotectônico da América do Sul, no Escudo do Brasil Central, localiza-se o Cráton Amazônico, sendo uma das maiores áreas cratônicas do mundo, abrangendo uma superfície de aproximadamente $4,3 \times 10^5 \text{ km}^2$. Pode ser dividido em seis províncias geocronológicas: Amazônia Central, Maroni-Itacaiúnas, Ventuari-Tapajós, Rio Negro- Juruema, Rondoniana-San Ignacio e Sunsás (Figura 4). O Bloco da Amazônia Central pode ainda ser dividido nos blocos Carajás e XinguIricoumé (Tassinari & Macambira 2004).

A Província Mineral de Carajás (PMC) localiza-se na região norte do Bloco Carajás, sendo subdividida em três domínios: a norte, o Cinturão de Cisalhamento Itacaiúnas; no centro, o terreno granito-greenstone Rio Maria; e, a sul, o terreno granitogreenstone Inajá.

O Cinturão de Cisalhamento Itacaiúnas é caracterizado por rochas vulcânicas e sedimentares sobre um embasamento de crosta continental. Trabalhos mais recentes sobre o Cinturão de Cisalhamento Itacaiúnas tendem a dividir este terreno em duas grandes unidades, baseados no grau de metamorfismo (Pinheiro & Holdsworth 2000):

- 1) Conjunto metamórfico de alto grau, que compreende os complexos Xingu e Pium.
- 2) Supergrupo Itacaiúnas, constituído por um conjunto de rochas de baixo grau metamórfico, compreendendo os grupos Igarapé Bahia, Igarapé Pojuca, Igarapé Salobo, Grão-Pará, Rio Novo.

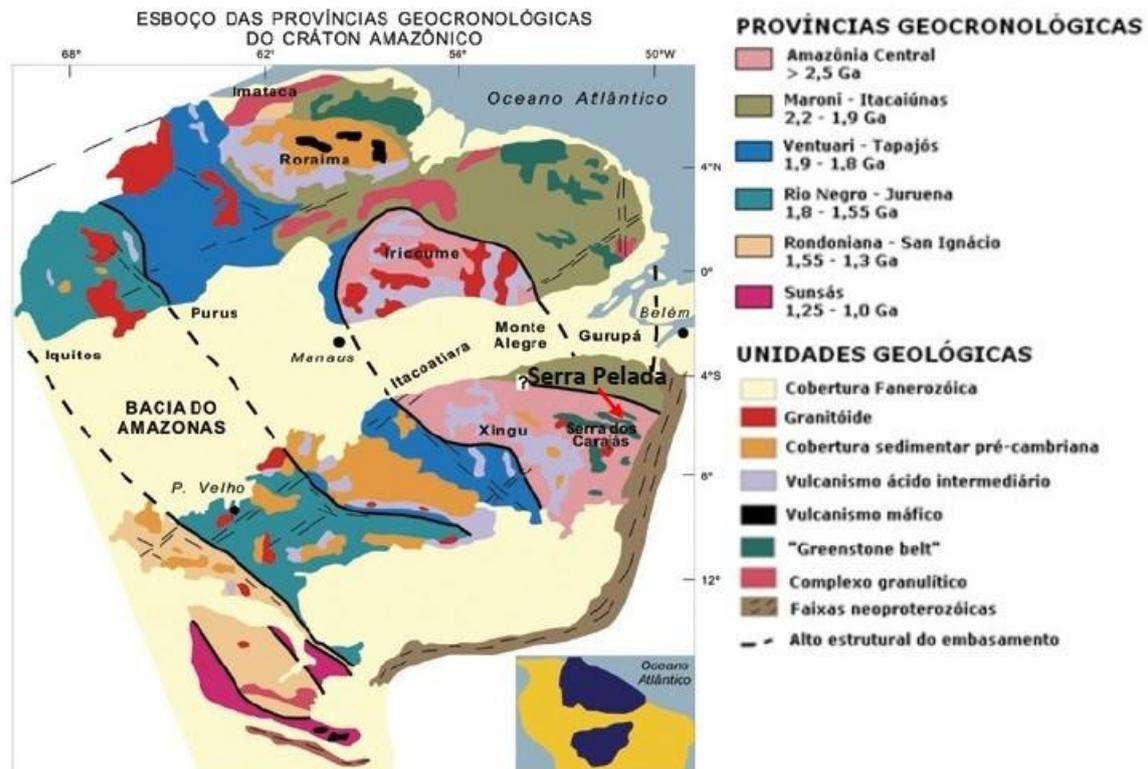


Figura 4. Distribuição das províncias geocronológicas da Amazônia Central (Fonte: Tassinari & Macambira 1999).

A área de pesquisa situa-se na porção nordeste da PMC, no denominado Cinturão de Cisalhamento Itacaiúnas, limitado a norte pela faixa móvel transamazônica Maroni-Itacaiúnas (Cordani et al. 1979), a sul pelo domínio Rio Maria, a leste pela faixa móvel neoproterozóica Araguaia (Brito-Neves & Cordani 1991) e a oeste por sequências proterozóicas (Araújo & Maia 1991; Tassinari & Macambira 1999).

A província de Carajás pode ser considerada como um embasamento mais antigo, onde são observadas rochas do Complexo Xingu e Pium como embasamento de sequências vulcano-sedimentares arqueanas e proterozóicas, hospedeiras de importantes depósitos de metais-base, **ouro, ferro e manganês**.

5.4 DEPÓSITOS MINERAIS IMPORTANTES E RECENTES DESCOBERTAS NA PROVÍNCIA CARAJÁS

A província de Carajás compreende um dos mais extraordinários distritos minerais do mundo onde já foram e ainda estão sendo descobertos importantes depósitos de ferro, ouro, manganês, cobre, níquel e mais recentemente PGE. Importantes ocorrências de chumbo, zinco, cromo e estanho também merecem destaque na região. Com relação ao

ouro, mais de 100 garimpos já foram registrados na região, tendo como o mais importante o garimpo de Serra Pelada.

A Tabela 1 abaixo, apresenta um sumário das mais importantes ocorrências e depósitos de cobre conhecidos na região. Outras ocorrências minerais são também listadas nesta tabela com a finalidade de dar o merecido destaque à referida província mineral.

Tabela 1- Importantes Depósitos e Minas da Província de Carajás

Minério	Nome	Status (Sit.)	Idade Provável
Manganês	SERRA AZUL - CARAJÁS-AZUL	Mina	Arqueano/Paleo-Proteroz.
Minério de Ferro	SERRA NORTE – CARAJÁS	Mina	Arqueano
Ouro	IGARAPE BAHIA	Mina	Cenozóico
Manganês	SERRA DO BURITIRAMA – CARAJÁS	Depósito Econômico	Arqueano
Manganês	SERRA DO BURITIRAMA – CARAJÁS	Depósito Econômico	Arqueano
Minério de Ferro	SERRA NORTE – CARAJÁS	Depósito Econômico	Arqueano
Minério de Ferro	SERRA LESTE – CARAJÁS	Depósito Econômico	Arqueano
Minério de Ferro	SERRA NORTE – CARAJÁS	Depósito Econômico	Arqueano
Minério de Ferro	SERRA SUL – CARAJÁS	Depósito Econômico	Arqueano
Minério de Ferro	SERRA SUL – CARAJÁS	Depósito Econômico	Arqueano
Minério de Ferro	SERRA SUL – CARAJÁS	Depósito Econômico	Arqueano
Ouro	GARIMPO DE SERRA PELADA	Depósito Econômico	Arqueano
Níquel	IGARAPE VERMELHO – CARAJÁS	Depósito	Arqueano
Manganês	SERRA DO SERENO – CARAJÁS	Depósito	Arqueano
Minério de Ferro	SAO FELIX DO XINGU	Depósito	Arqueano
Níquel	SERRA DO JACARE-JACAREZINHO	Depósito	Cenozóico
Níquel	SERRA DA ONCA-MUTUQUINHA	Depósito	Cenozóico
Níquel	SERRA DO PUMA/SKIDE	Depósito	Cenozóico
Ouro	IGARAPE AGUA FRIA-SETOR SE DA FOLHA	Depósito	Cenozóico
Minério de Ferro	SERRA DE SAO FELIX DO XINGU	Depósito	Arqueano
Níquel	SERRA DO PUMA	Depósito	Cenozóico
Ouro	OSMAR	Deposito Econômico	Arqueano
Ouro	CUTIA	Deposito Econômico	Arqueano
PGE + Ouro	LUANGA	Depósito Econômico	Arqueano

5. GEOLOGIA LOCAL

A geologia da região do Projeto Cutia pode ser dividida em duas unidades principais:

(i) uma sequência inferior, composta por rochas metavulcanossedimentares do grupo Rio

Novo e sericita-quartzo xistos indivisos. (ii) uma sequência metassedimentar discordante, sendo ambas cortadas por intrusões graníticas de idade

1.88 Ga, além de outras rochas intrusivas de idade incerta (Figura 7)

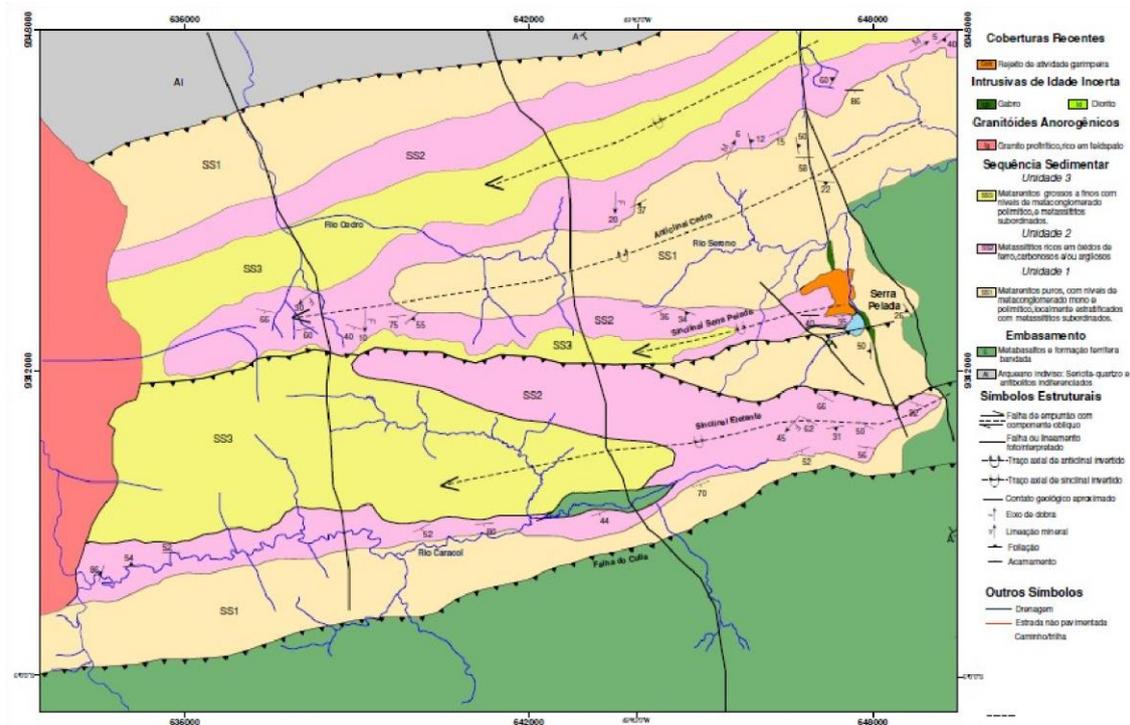


Figura 7. Mapa Geológico da Região de Curionópolis. Fonte CPRM 2012.

Nas adjacências da área afloram caulim-sericita-quartzo xistos, clorita xistos, localmente com anfíbolitos associados. Estes estão sempre muito intemperizados, aflorando como um solo de coloração marrom clara localmente preservando foliação com mergulho para sul ($40-45^\circ$). Estão tectonicamente sobrepostos pelas rochas metassedimentares.

A sequência metassedimentar pode ser individualizada em duas unidades informais. A primeira, denominada de unidade 1 é composta por metaconglomerados e metassiltitos subordinados. A unidade 2 é formada por metassiltitos carbonosos na base, seguidos por uma sequência de metassiltitos ricos em óxidos de ferro (red beds).

Diques de gabro cortam a sequência sedimentar, com orientação NNW-SSE. São corpos com até 200m de largura e até 5 km de extensão. A granulação dos cristais varia de fina a grossa, localmente com cristais centimétricos de feldspato e piroxênio. Diques felsicos foram encontrados em superfície e subsuperfície, de composição sienítica.

5.1 ASPECTOS DA GEOLOGIA ESTRUTURAL E GEOTECTÔNICA

A estruturação tectônica da área é dada por importantes falhas regionais de transcorrência sinistral, com orientação geral E-W e NW-SE. São estruturas arqueanas de caráter dúctil_rúptil que afetam o embasamento.

Distais a estas estruturas as rochas são isotrópicas e raramente exibem uma foliação, embora nas zonas de cisalhamento a foliação torne-se bastante pronunciada e penetrativa. Existe também um forte fraturamento tardio N-S que afeta todas as rochas da área.

6. TRABALHOS REALIZADOS E RESULTADOS OBTIDOS

Podemos destacar os seguintes trabalhos sistemáticos de prospecção mineral realizados no Projeto Cutia, respectivos a área objeto do presente Relatório - DNPM 850.661/2010:

- 1) Levantamento aero-geofísico, com linhas de vôo a cada 500 metros, incluindo magnetometria, gamaespectrometria e VTEM; geofísica terrestre com IP;
- 2) Mapeamento geológico da área, com criteriosa interpretação estrutural e fotogeológica, a partir de imagens de radar e de fotos aéreas;
- 3) Amostragem solo e pilhas de rejeito;
- 4) Abertura de trincheiras;
- 5) Sondagem diamantada com trabalhos de galpão para descrição e seleção de amostras;
- 6) Análises químicas de testemunho de sondagem;
- 7) Análise petrográfica e MEV.

A Tabela 2 abaixo apresenta os dados quantitativos referentes aos trabalhos realizados.

Tabela 2 – Resumo dos Trabalhos Realizados no Projeto Cutia – DNPM 850.661/10.

TRABALHOS	QUANTITATIVO	AMOSTRAS	OBSERVAÇÕES
Landsat (Interpretação)	2 dias	-	-
Mapeamento Geológico	120dias	-	-
Geofísica aérea Magnetometria IP e Radiometria	-	-	Linhas de vôo com E-E e N-S 300 metros de espaçamento
Amostras de Rocha	10 dias	23	-

Amostragem de Solos	20 dias	247	-
Sondagem	18 furos	2.072 m	Malha de 50 x 50 m
Análises químicas de testemunho	1.238	amostras	Com resultados químicos
Análise petrográfica e mineralógica	20 dias	04 laminas	Com análise de MEV-EDS

6.1 GEOFÍSICA

6.1.1 Aerolevantamento

A primeira abordagem geofísica na área foi a realização de um levantamento aereogeofísico usando o método VETM/MAG (Helicopter-borne Versatile Time Domain Eletromagnético e Aeromagnetic Survey). A empresa Geotech Aerolevantamento S/A realizou o levantamento.

Este trabalho fez parte dos levantamentos pioneiros e inéditos do sistema eletromagnético VTEM (Geotech Time Domain EM) no Brasil (Figura 8). O método é consagrado no Canadá onde é empregado amplamente na exploração mineral de sulfetos maciços. O sistema eletromagnético no domínio do tempo transportado por helicóptero voa a uma altura de 85m acima do terreno usando magnetômetro de césio que faz medidas nas componentes X e Z.

O levantamento aéreo eletromagnético (VTEM), segundo linhas de voo E-W, espaçadas em 500 metros, e linhas N-S, espaçadas de 50 metros.

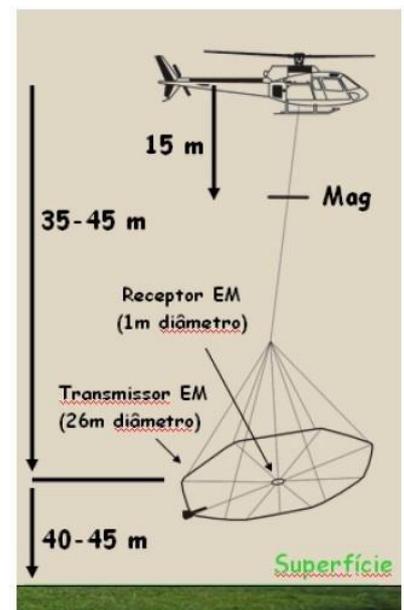


Figura 8. Foto e figura ilustrativas do sistema eletromagnético transportado por helicóptero e desenvolvido pela Geotech.

Os dados magnetométricos e gamaespectrométricos aéreos trouxeram a primeira caracterização dos grupos de rocha a serem mapeados na área, apresentando uma unidade central de rochas máficas (gabro porfirítico) representadas como um baixo radiométrico e alto magnético envolvida por rochas de composição granítica, por vezes recoberta por camadas irregulares de laterita, marcadas por alto radiométrico e baixo magnético.

Os resultados do levantamento executado foram integrados e permitiram a elaboração de mapas de anomalia magnética e eletromagnética e suas derivadas em escala de 1:10.000. A partir destes mapas foi possível fazer a interpretação de anomalias que possam sugerir alvos para detalhamento no alvará de pesquisa.

Através do mapa da intensidade magnética total (Figura 9) observou-se duas zonas magnéticas distintas, a porção norte e noroeste com baixa susceptibilidade magnética e a porção sul e sudeste com alta susceptibilidade, sendo nesta porção sul e sudeste, a maior evidência de presença de magnetita, indiciando alvos potenciais para abrigar mineralização.

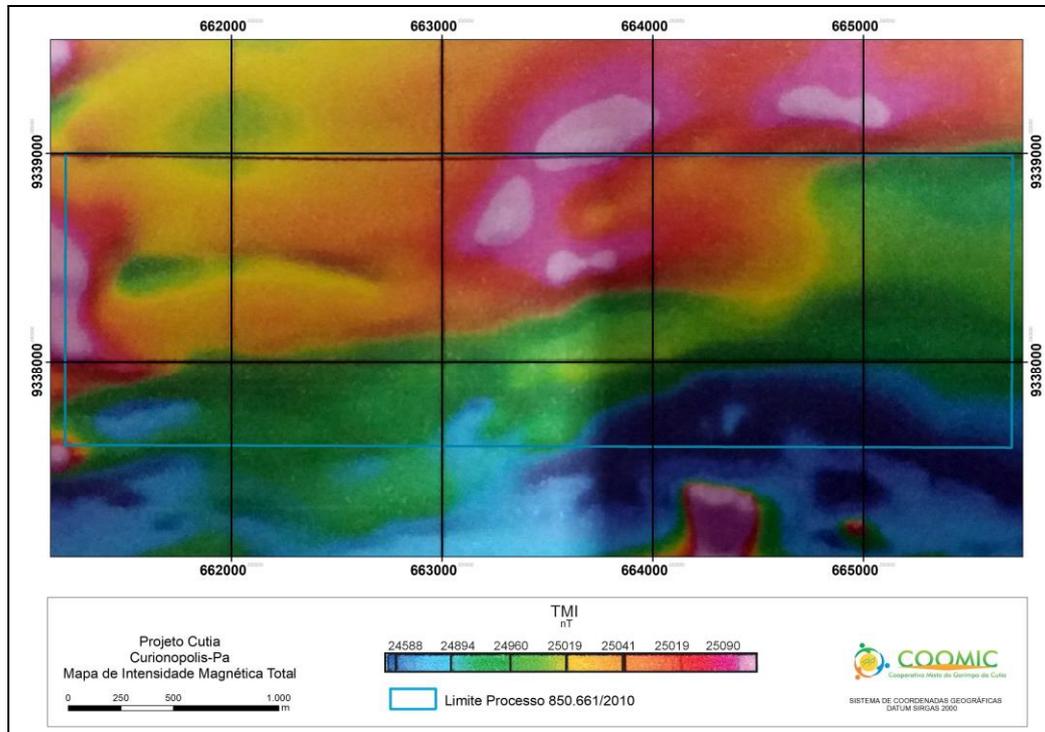


Figura 9. Mapa da intensidade magnética total.

O mapa da derivada horizontal na direção Y mostrou-se mais adequado para reconhecimento de grandes lineamentos magnéticos, que foram traçados (Figura 10).

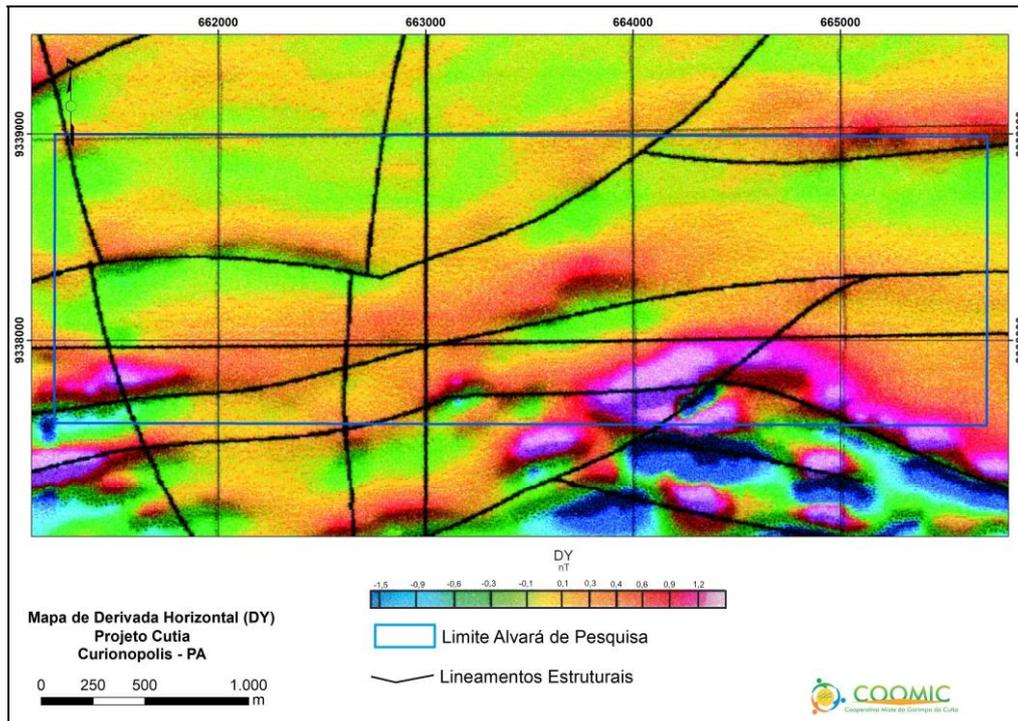


Figura 10. Mapa da de derivada horizontal na direção Y.

Tabela 3- Característica de alvos integrado com potencias gerados a partir do levantamento VTEM.

Alvo	Linha VTE U	TA de Magnética	Susceptibilida M (ms)	Observações
1	2100	—	0.1	Alvo relacionado a fonte magnética a qual é provavelmente rica em magnetita. Se a geoquímica sobre o alvo for positiva, executar linhas de IP/RES para definir o corpo antes de sondar.
2	2040	—	0.1	Alvo relacionado a fonte magnética a qual é provavelmente rica em magnetita. Se a geoquímica sobre o alvo for positiva, executar linhas de IP/RES para definir o corpo antes de sondar.
3	2150	0.3	—	Alvo relacionado a anomalia eletromagnética definida por 3 linhas. Se houver coincidência com a geoquímica, deverá ser executado levantamento eletromagnético terrestre antes de sondar.
4	2180	—	0.1	Alvo relacionado a fonte magnética a qual é provavelmente rica em magnetita. Se a geoquímica sobre o alvo for positiva, executar linhas de IP/RES para definir o corpo antes de sondar.
5	—	—	0.2	Alvo associado a corpo tabular muito magnético. O fato sugere a fonte gerada por formação ferrífera

6	–	remanescente	Alvo relacionado a fonte magnética interessante que apresenta magnetização remanescente que pode ser gerada por magnetitas hidrotermais. Se a geoquímica for positiva para este alvo, executar IP e magnetometria terrestre antes de sondar.
7	–	0.2	Alvo associado a corpo tabular muito magnético. O fato sugere a fonte gerada por formação ferrífera
8	–	remanescente	Alvo relacionado a fonte magnética interessante que apresenta magnetização remanescente que pode ser gerada por magnetitas hidrotermais. Se a geoquímica for positiva para este alvo, executar IP e magnetometria terrestre antes de sondar.

6.1.2 Geofísica terrestre

6.1.2.1. Radiometria por cintilômetro

Foi utilizado o cintilômetro portátil para execução do levantamento terrestre com objetivo de auxiliar no mapeamento geológico, para melhor definição de contatos e estruturas geológicas.

No método empregado utiliza a distribuição de material radioativo na superfície terrestre. A radiometria pode utilizar a cintilometria (contagem gama total) para identificar indiscriminadamente a presença de elementos radiotivos como K, U e Th ou estimar, por meio de espectrômetros multicanais, as quantidades individuais destes elementos, na chamada espectrometria gama.

Dos três elementos radiométricos considerados, o K é o elemento mais abundante na crosta terrestre e ocorre principalmente em Álcali-feldspatos e micas presentes nas rochas felsicas, principalmente granitoides. Pode ser facilmente lixiviado e transportado.

O tório é o elemento mais inerte dos três radioelementos. Sua concentração quando superior à dos outros radioelementos pode indicar uma região de maior intemperismo químico. O grande equilíbrio desse elemento faz que ele seja o melhor marcador litológico. O Urânio é elemento de menor concentração, encontrado em minerais acessórios. Quando ocorre em ambientes oxidantes é solúvel, formando minerais óxidos de ferro e carbonatos.

A partir dos resultados, foi produzido uma imagem ternária RGB, que utiliza a combinação ternária entre os canais radiométricos (Figura 11), sendo uma composição falsa cor dos canais do K, Th e U. Para cada radioelemento é atribuído uma cor: Vermelho (R-red) para as rochas ricas em K, verde (G-green) para rochas ricas em Th e azul (B-blue) para as rochas com urânio abundante.

Os dados radiométricos refletem o padrão estrutural da área, porém diferentemente da magnetometria, não se prestam a delinear alvos uma vez que as rochas encaixantes, gnáissicas e graníticas, contêm proporções importantes de minerais portadores de elementos radiogênicos, por exemplo, K-feldspatos e biotita.

A integração dos dados adquiridos com os levantamentos geofísicos permitiu a confecção de diferentes produtos, tais como:

- modelo digital de terreno que representa a topografia em mapa do campo magnético total, que foi processado e transformado para o sinal analítico magnético, centralizando assim as anomalias magnéticas presentes na crosta.
- mapa de condutividade provindo do sistema VTEM.
- mapas radiométricos de contagem total, canal de potássio, de tório e urânio, além de composição ternária K, Th e U, colorida no padrão RGB.

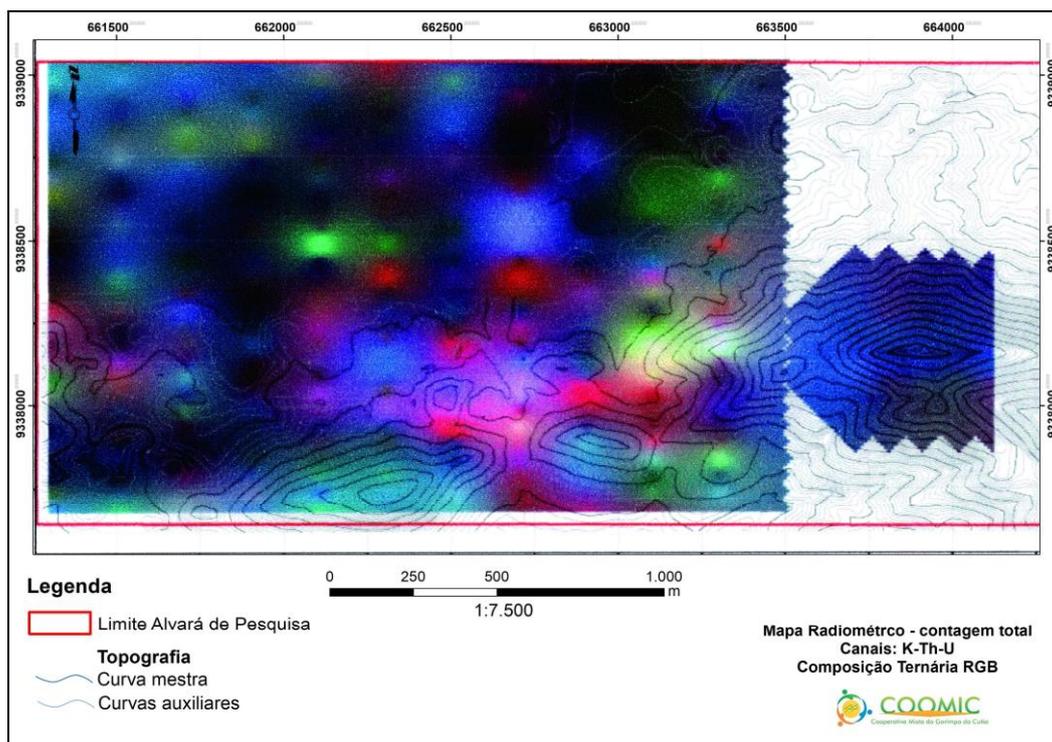


Figura 11. Mapa radiométrico de contagem total em falsa cor (RGB - K, Th, U).

6.1.2.2. Polarização Induzida (IP)

O método de Polarização Induzida (IP) mede parâmetros associados com as voltagens induzidas em subsuperfície através da injeção direta de corrente no meio,

trazendo informações sobre a resistividade aparente de um determinado volume de rocha ou solo e a cargabilidade determinada pela capacidade do meio de acumular energia eletroquímica. Anomalias IP de baixa resistividade e alta cargabilidade são excelentes indicadores de corpos sulfetados e o método vem sendo empregado pela indústria de pesquisa mineral desde 1960.

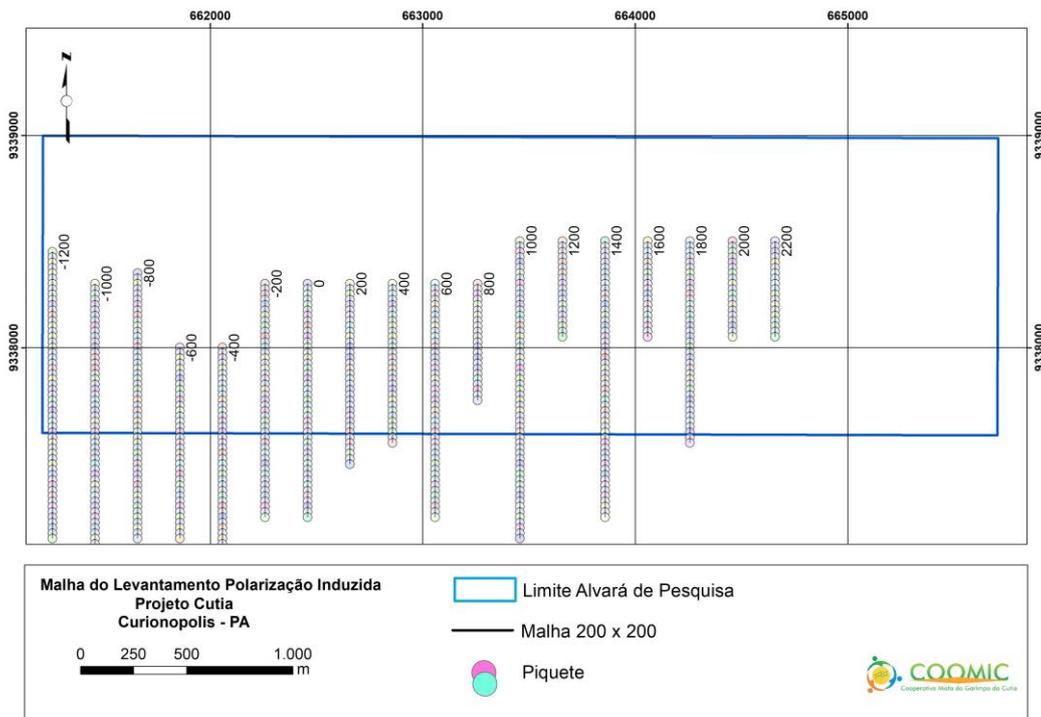


Figura 12. Detalhe da malha de levantamento terrestre para IP no projeto Cutia.

Foi realizado levantamento de IP em malha regular através de 14 linhas com espaçamento de 200 metros, com piqueamento de 25 em 25 metros.

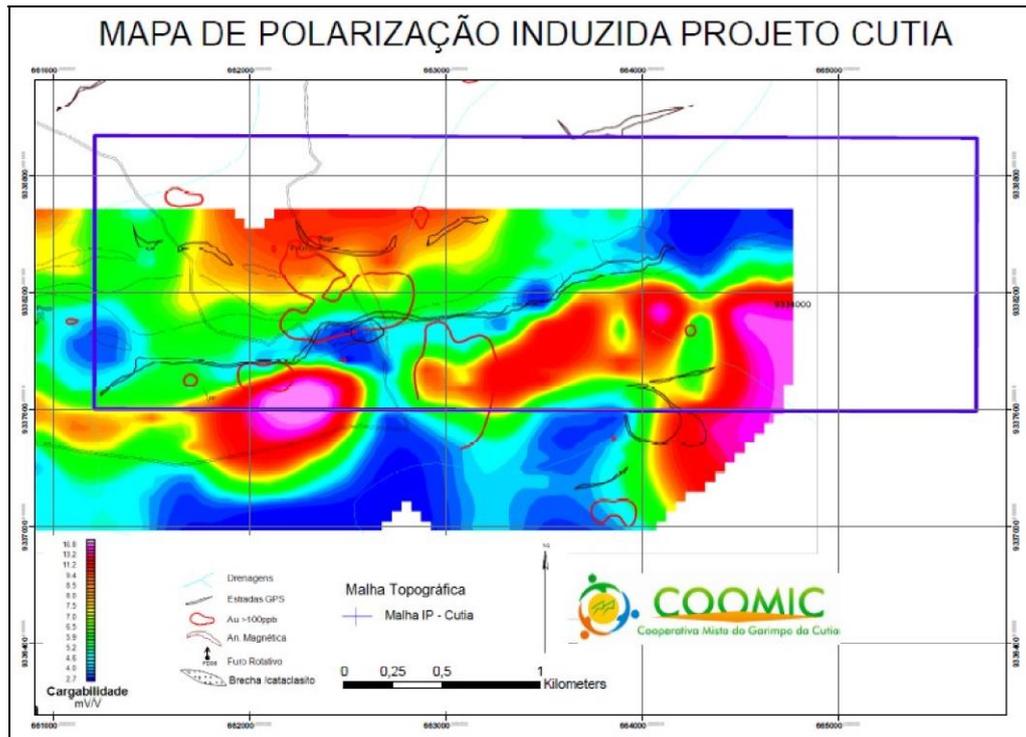


Figura 13. Mapa do levantamento de Polarização Induzida, cargabilidade com indicativo de teores acima de 100 ppb.

7.2 GEOQUÍMICA DE SOLO E ROCHA

Em meados da década de 90 foram realizados trabalhos prospectivos na área do Garimpo da Cutia por parte da empresa DOCEGEO, que realizou levantamento geoquímico de solo em malha regular de 200 por 200 metros com espaçamento de 40 x 40 metros entre as amostras, totalizando 18 linhas mais a linha da estrada, compondo um lote de 708 amostras localizadas nos limites do alvará de pesquisa da COOMIC. Os dados dessa etapa prospectivos foram fornecidos à cooperativa e são apresentados como etapa inicial dos trabalhos de amostragem de solo. O mapa a seguir apresenta os resultados alcançados nesta fase.

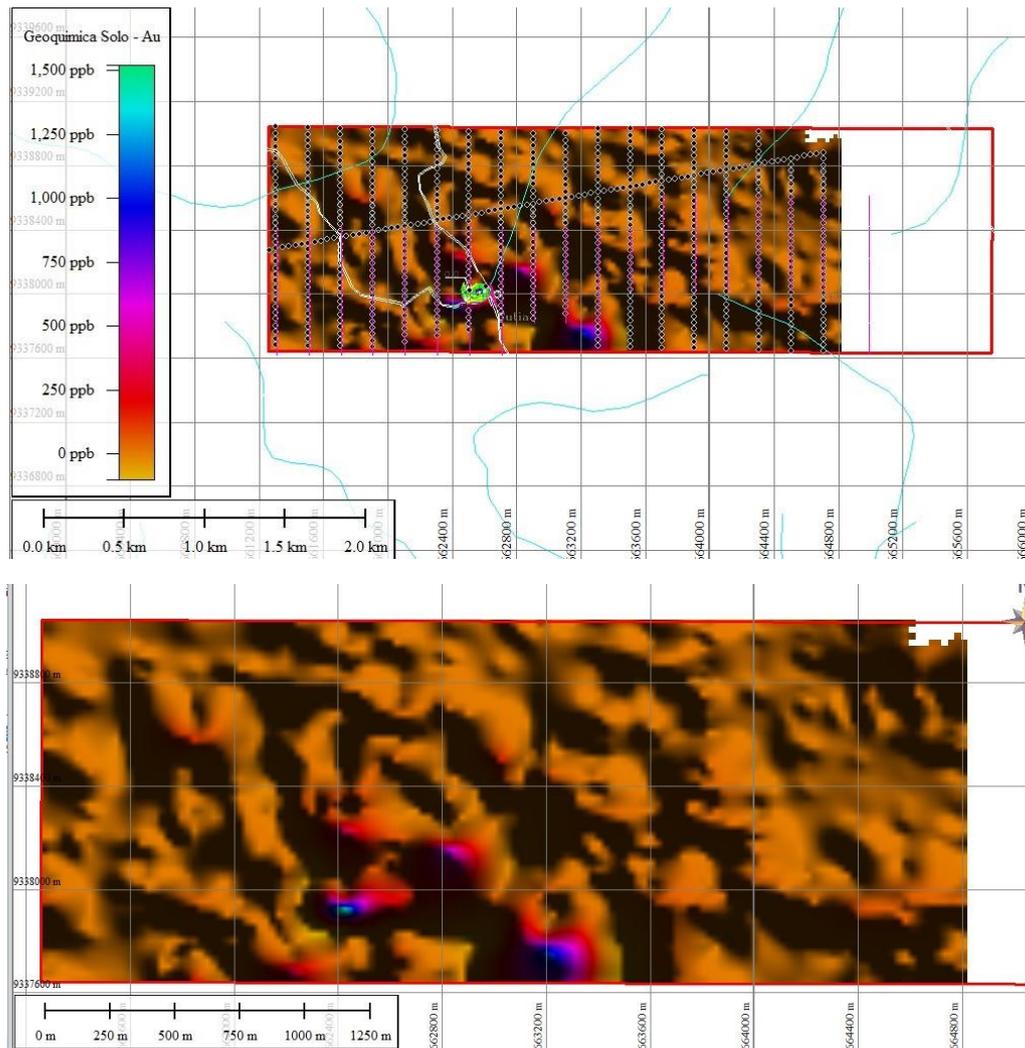


Figura 14. Mapa de geoquímica de solo para Au em ppm. Fonte: DOCEGEO.

Em etapa posterior, foram coletadas 44 amostras de solo em área representativa ao alvo Morro da Cutia, devido o foco da pesquisa. As amostras foram coletadas a uma profundidade média de 50 cm, definindo-se o horizonte de amostragem com horizonte pedológico B.

Amostra de rocha foram coletadas nas pilhas de rejeito do garimpo artesanal da Cutia, com o objetivo de se obter um background para as rochas encontradas. Foram coletadas 64 amostras do tipo Chip em 03 pilhas de rejeito. As amostras foram coletadas aleatoriamente devido não ocorrer nenhum tipo de seleção nas pilhas.

7.3 MAPEAMENTO GEOLÓGICO

Na área da autorização de pesquisa referente ao processo DNPM 850.661/2010, foi realizado mapeamento de detalhe, na escala de 1:2.500, em parte da área de 629,36

hectares, visto o nível de exposição da atividade garimpeira, resultados da prospecção geoquímica de solo e geofísica, que indicaram potencial para os alvos identificados com Garimpo, Oeste e Banana. Dificuldades de autorização e acesso as propriedades vizinhas cobertas pelo alvará de pesquisa promoveu a concentração dos trabalhos nos alvos mencionados, que estão localizados na porção centro-oeste da área de pesquisa. Deram suporte ao mapeamento, imagens de satélite (Landsat e Ikonos), mapas geofísicos das anomalias magnéticas e radiométricas que nortearam os trabalhos de campo.

No mapeamento confirmou-se que a área é representada por rochas ígneas do embasamento Arqueano do Cráton Amazônico (Complexos Xingu, Figura 15) e por granitos tardios. As rochas ígneas de composição granodiorítica/tonalítica, gnaisses e gabros ora foliados, ora isotrópicos.

Os gnaisses apresentam granulação fina a média, por vezes magnéticos, apresentando zonas de alteração sódica-potássica, de assembléia mineralógica (Kfeldspato, albita, anfibólio, magnetita, biotita, epidoto e escapolita), por vezes com aspecto pegmatóide. Os granito-gnaisses situam-se na porção norte da área, são rochas de granulação média a grossa, isotrópicos a foliados, compostos de quartzo, plagioclásio e k-feldespato como principais e secundários de biotita, opacos e magnetita, geralmente, apresentam alteração hidrotermal sódico potássica (albita ± biotita + anfibólio ± sílica).



Figura 15. Granodiorito gnaissificados do complexo Xingu, porção norte da área Linha 1550W.

Intrudido nessas rochas do embasamento, e disposto principalmente na porção centro-norte da área, são observados gabros (Figura 16 e 17) isotrópicos a foliados, com lineação de stiramento, granulometria média, apresentam magnetismo fraco a ausente, e geralmente são cinza escuros a pretos, compostos, essencialmente, por anfibólio, ortopiroxênio e raro feldspato.



Figura 16. Blocos gabróicos.



Figura 17. Textura do gabro.

Rochas xistosas profundamente intemperizadas, por vezes mostrando textura metamórfica, com coloração esverdeada (Figura 18). Xistos Verdes milonitizados são presentes assim como anfibilitos. Tanto os Xistos quanto os anfibilitos são intimamente ligados à deformação de rochas gabróicas.

Clorita e/ou sericitaxistos com venulações e feições de hidrotermalização, com ligação mineral são encontrados no sul da área.



Figura 18. A esquerda afloramento de xisto verde, com detalhe do sericita-clorita-Xisto.

Rochas ultramáficas intrusivas metamorfizadas e xistificadas na maior parte saprolitizadas com textura ferruginosa de coloração avermelhada e com magnetismo presente, mostram associação com níveis ferruginosos supergenos (Figura 19).

Os metassiltitos carbonosos (Figura 20) ocorrem no contato com unidade 1 como níveis de espessura métrica a dessimétrica, ou até mesmo como laminações no metassiltito vermelho. O acamamento é fino a laminado, marcado pela variação na concentração de carbono, na forma de finas laminações ou como bandamento centimétrico. A mineralogia principal é formada por filossilicatos (80-90% muscovitasericita), quartzo (10-20 %) e matéria carbonosa (<1 %). Rutilo, zircão e óxidos de ferro ocorrem como acessórios



Figura 19. Saprólito de xisto máfico com porções ferruginosas e carbonosas.



Figura 20. Detalhe do xisto máfico com níveis carbonos e ferrugino.

Brechas e veios silicosos são observados no contato entre as rochas xistosas metamorfisadas e com granidiorito e podem conter a mineralização de ouro e outros elementos associados a mineralização hidrotermal ou á eventos que provocaram a deformação rúptil (zona de falha).

Nas antigas cavas deixadas pelo garimpo da Cutia, foi possível registrar afloramentos com zonas de contato, onde estão expostas rochas quartzosa fina, cinza, com textura de recristalização, com magnetismo fraco, fraturada, com cristais ângulos de quartzo. As fraturas são preenchidas por quartzo leitoso. Pode ser observado pontos de ouro na zona de contato, sendo esta zona da associação mineral correlacionável aos pulsos magmáticos.



Figura 22. Vista do Morro da Cutia, meia encosta escavada por garimpeiros.

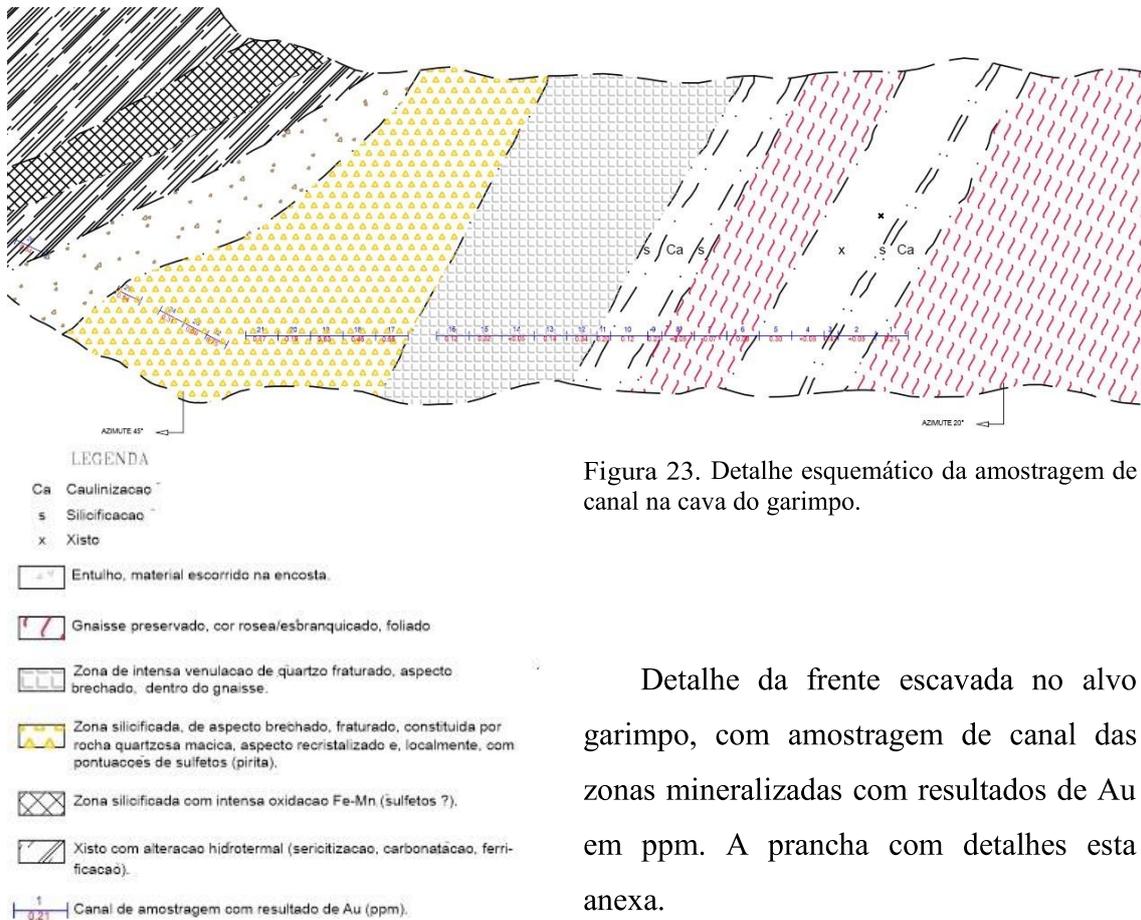


Figura 23. Detalhe esquemático da amostragem de canal na cava do garimpo.

Detalhe da frente escavada no alvo garimpo, com amostragem de canal das zonas mineralizadas com resultados de Au em ppm. A prancha com detalhes esta anexa.



Figura 24. Detalhe de resquício de veio brechado na antiga cava do garimpo da Cutia.

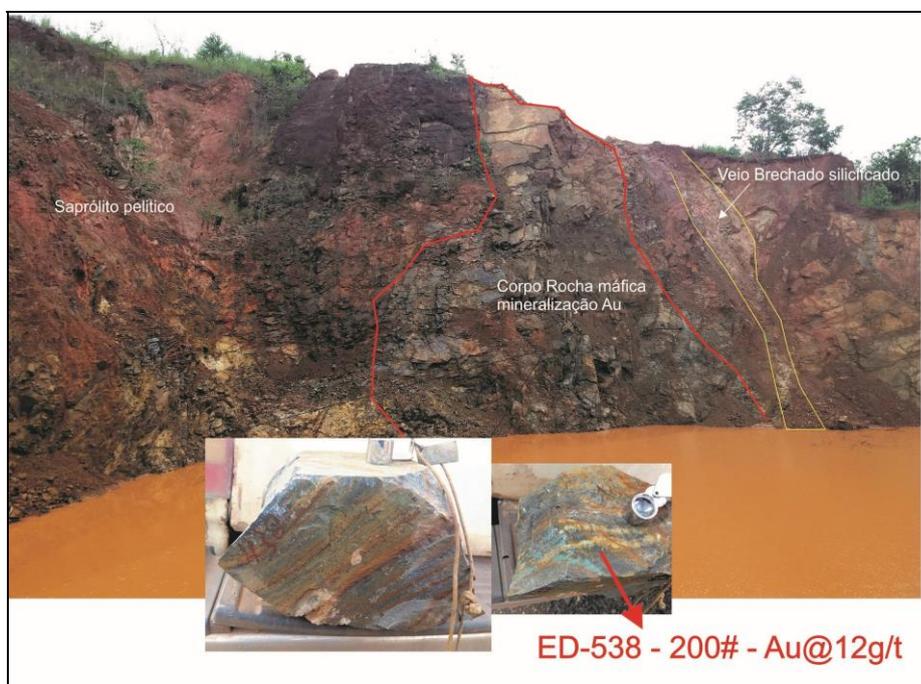


Figura 25. Vista da trincheira no Alvo Oeste, detalhe da amostra ED-538 com resultado químico (ver certificado N° CBB 9430341/18, anexo), coletada no corpo máfico brechado e hidrotermalizado.

Na porção sudoeste da área, considerando a análise da anomalia de geofísica por IP, foi aberta trincheira na direção SW-NE para investigação da ocorrência mineral. Foram detalhados veios centimétricos a métricos e intrusões uma intrusão máfica que corta os xistos/siltitos, com grau avançado de saprolitização até a profundidade alcançada.

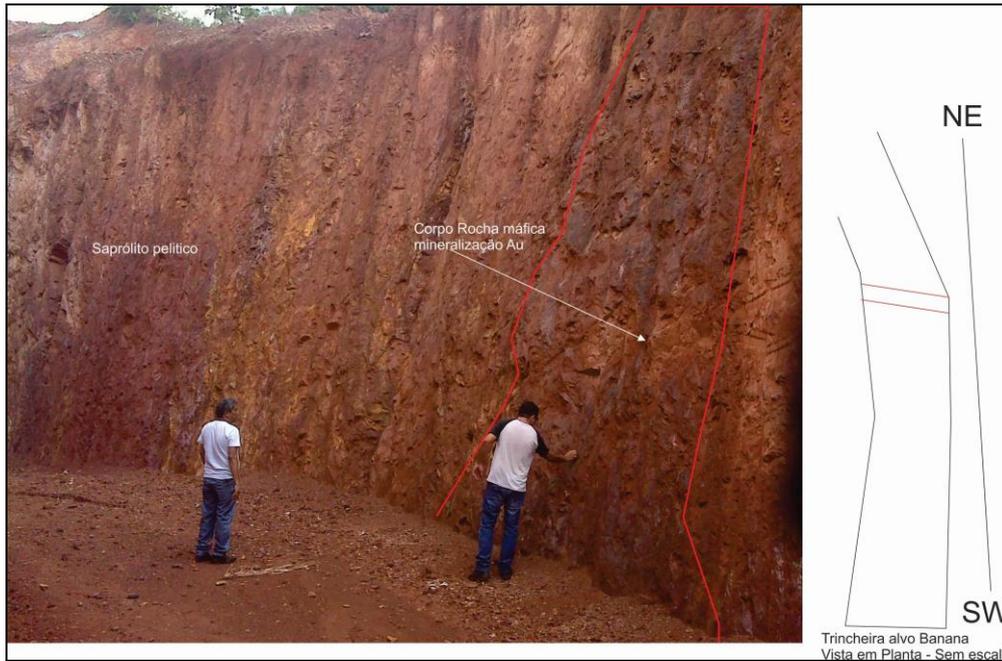


Figura 26. Detalhe trincheira aberta no alvo Banana, porção sudoeste da área.

Os veios acompanham a direção preferencial NW-SE, com fraturas semiabertas e preenchidas por carbono ou óxido de ferro/manganês, com porções catacladas contendo sulfetos de calcopirita. Esse tipo fr veio é do tipo secundário, corta os veios principais na direção NE. O quartzo em formato de dente pode indicar ambiente extensional pois este tipo de aspecto sugere que houve espaços para cristalização de quartzo.

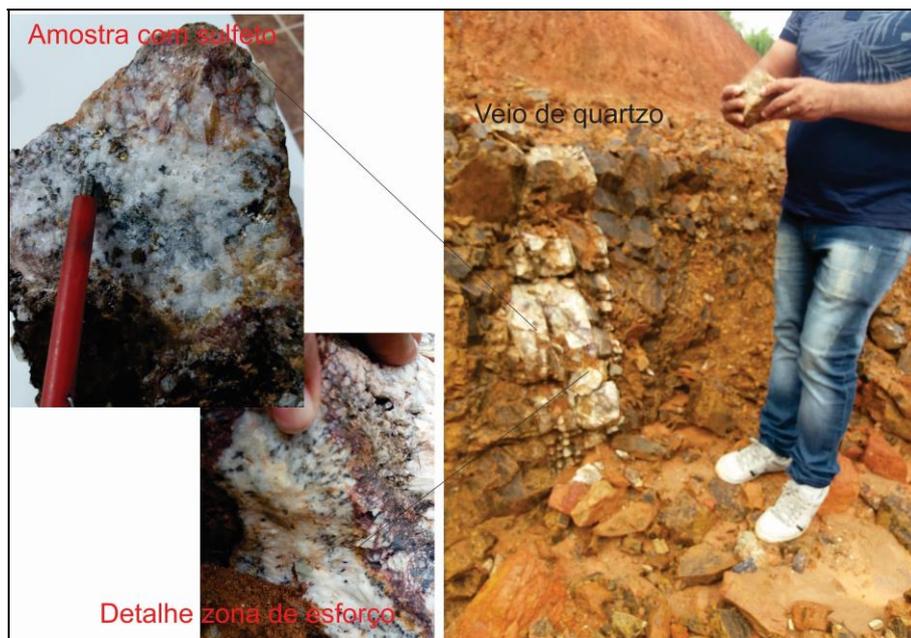


Figura 27. Detalhe do veio aflorante (50 cm) porção central dá área, ponto ED-539.

Na porção sudeste da área, no topo da serra conhecida como Serra do Cavalo, afloram rochas silicosas, granulares com intensa recristalização de sílica. Textura metamórfica indica classificação como quartzito.



Figura 28. Afloramento de rocha silicosa no topo da Serra do Cavalo.

As rochas aflorantes na área apresentam foliação regional bem desenvolvida em sua maior parte, com direção E-W e caimento para sul. A foliação milonítica presente em veios silicosos está relacionada com bandas de cisalhamento que podem ser locais ou ter extensão regional. Dique de diabásio indeformados também estão associados com lineamentos regionais.

O mapa de lineamento magnéticos (ver anexo) mostra a influência regional de deformação na área, quanto em campo pela presença de corpos com orientação como no caso dos granodioritos da porção oeste quanto dos gabros da porção central. A direção E-W corresponde a direção de duas estruturas principais, evidenciada por rochas milonitizadas e brechas tectôno-hidrotermais.

O contato entre xistos com granitoides na porção norte mostra uma zona de cisalhamento com feições de ambiente rúptil representada pelas brechas catalasadas e feições dúcteis representada por foliação anostomosada com indicadores cinemáticos. Estas estruturas apresentam alto ângulo, sugerindo uma zona de cisalhamento transcorrente. Conforme visto em campo na cava do Morro da Cutia, o contato entre rochas máficas e rochas félsicas, com zona de brecha entre este contato.

Estruturas com tensiogashes, foliação bem desenvolvida e de alto ângulo, camadas rompidas, são evidências de zonas de cisalhamento transcorrente. Estruturas de deformação rúptil e dúctil presentes remetem a um ambiente não muito profundo, ocorrendo deformação rúptil e dúctil associadas. Os veios cataclasados mapeados na área e pares de fraturas presentes no mesmo corpo corroboram esta premissa. A presença de Stock Works e fraturas estensionais do tipo tensiogash indicam deformação dúctil-ruptil.



Figura 30. Tensiogashes formadas no veio principal, deformação extensional.



Figura 31. Foliação Milonítica com formação de micro-buldins.

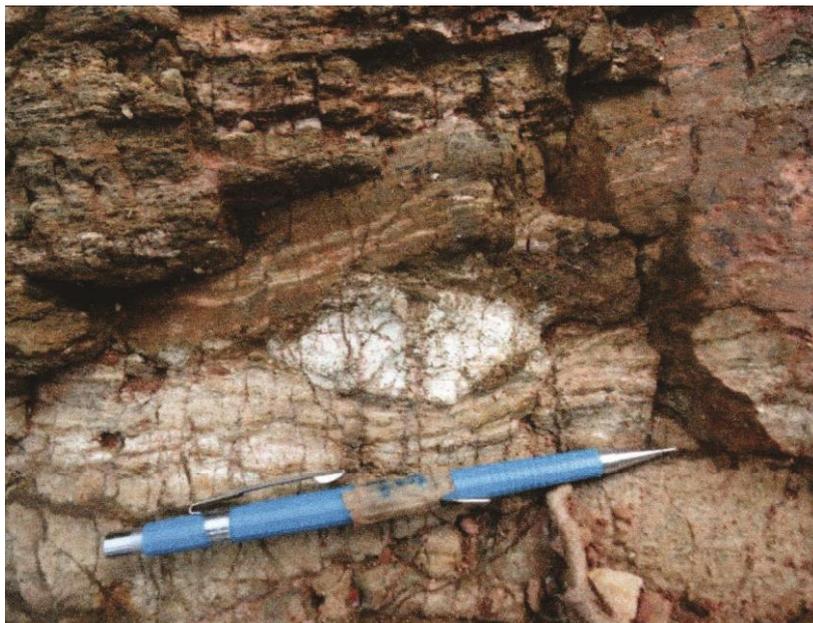


Figura 32. Detalhe de camada deformadas com estrutura do tipo “budin”, indicador cinemático em deformação dúctil.

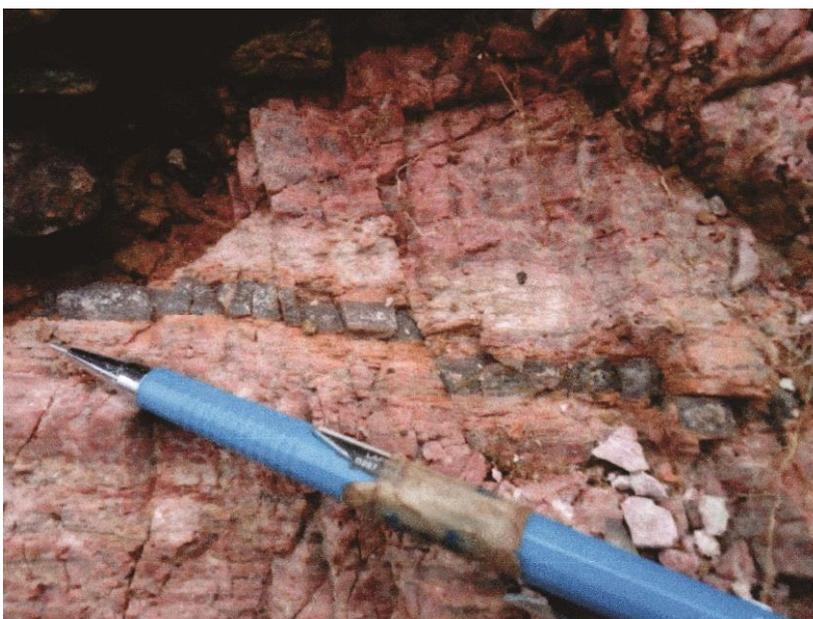


Figura 33. Fraturas deslocada indicativo de movimentação rúptil posterior a deformação dúctil.



Figura 34. Estrutura do tipo stock work (preenchimento de quartzo e carbonato) próximo ao contato com granitoides.

Duas grandes discontinuidades cortam a área. Mostram a mesma orientação da zona de Cisalhamento do Cinzento (plano-axial aos dobramentos), o mergulho das estruturas associadas é de alto ângulo. Podem ser identificadas em campo pelo truncamento de litologias (e.g Falha do Cutia), pela presença de veios ou disseminação de hematita/magnetita associada à mudança de ângulo do acamamento ou pelo rompimento de estruturas.

A falha do Cutia (Grainger 2003) é definida pelo cavalgamento das rochas metavulcânicas do grupo Rio Novo sobre as rochas metassedimentares de Serra Pelada, na porção nordeste da área mapeada, sendo os metabasaltos foliados nas proximidades da zona de falha com foliação de mergulho ($\sim 40^\circ$) para sul. O mapa geológico da área, apresentando as informações da interpretação dos dados levantados no projeto Cutia é apresentado no Anexo 01.

6.5 SONDAGEM DIAMANTADA

Conforme os dados da interpretação dos dados de geofísica, mapeamento geológico e histórico de lavra garimpeira na área, foi programada a sondagem geológica com objetivo de se verificar o aspecto da mineralização e quantificar tal mineralização dentro do modelo geral adotado na pesquisa favoráveis a abrigar mineralizações econômicas de ouro.

O programa de Sondagem Rotativo no diâmetro HQ e NQ foi desenvolvido no período de fevereiro a junho de de 2013 pela empresa contratada LAYNE DO BRASIL LTDA. Foram perfurados 2.072 metros lineares, com medidas de inclinação dos furos por Maxibor II.

Foi executado um total de 18 furos de sondagem, onde 13 furos foram perfurados no alvo “garimpo” e 5 no alvo “oeste”. O posicionamento dos furos foi feito ao longo das zonas de contato entre as litologias verificadas em subsuperfície, unidades geológicas do Complexo Xingu e Grupo Rio Fresco. Os furos foram programados na direção N-S e inclinação de 45°, sendo a inclinação devido a condição geológica mapeada, com poucas variações da inclinação dos furos. Foi adotada para os furos a nomenclatura seguindo a ordem: Projeto (Cutia – CTA) + ANO da sondagem + N° do Furo.

Tabela 4- Furos rotativos executados - Projeto Cutia. Datum Coordenadas Sirgas 2000.

Furo	Coordenadas			Surveyed		Prof. Final (m)
	Leste	Norte	Cota	Az	Dip	
CTA-13-001	662619,689	9337930,653	222,88	0	-45	90,35
CTA-13-002	662619,639	9337929,305	222,94	0	-77	116,70
CTA-13-003	662565,261	9337921,431	223,63	0	-45	79,60
CTA-13-004	662514,728	9337906,437	235,41	0	-55	67,40
CTA-13-005	662514,731	9337906,047	235,42	0	-63	69,95
CTA-13-006	662565,258	9337870,706	241,15	0	-55	163,70
CTA-13-007	662514,628	9337854,690	257,72	0	-60	159,20
CTA-13-008	662460,250	9337917,316	243,47	0	-45	76,00
CTA-13-009	662472,104	9337867,279	255,42	0	-56	130,00
CTA-13-010	662414,712	9337905,932	241,76	0	-45	75,00
CTA-13-011	662414,696	9337855,789	249,39	0	-53	125,00
CTA-13-012	662365,214	9337876,767	242,71	0	-45	121,80
CTA-13-013	662058,407	9337919,656	223,01	0	-45	103,40
CTA-13-014	662064,480	9337834,757	237,13	0	-45	179,00
CTA-13-015	662015,225	9337925,101	220,13	0	-45	85,00
CTA-13-016	662015,345	9337880,057	221,35	0	-45	123,40
CTA-13-017	661965,282	9337937,586	214,06	0	-45	76,80
CTA-13-018	662472,064	9337810,917	281,82	0	-61	230,50

Devido a atividade garimpeira no garimpo da Cutia, com trabalhos realizados em duas pequenas cavas, com abertura e desenvolvimento de Shafts e galerias, a combinação das informações das interpretações dos levantamentos de imagens e geofísica, o Alvo Garimpo definido como ponto inicial da campanha de sondagem, considerando a malha de pesquisa implantada no Projeto, adensada em 50 metros entre si, permitindo a abertura da praça de sondagem e orientação dos furos neste alvo.

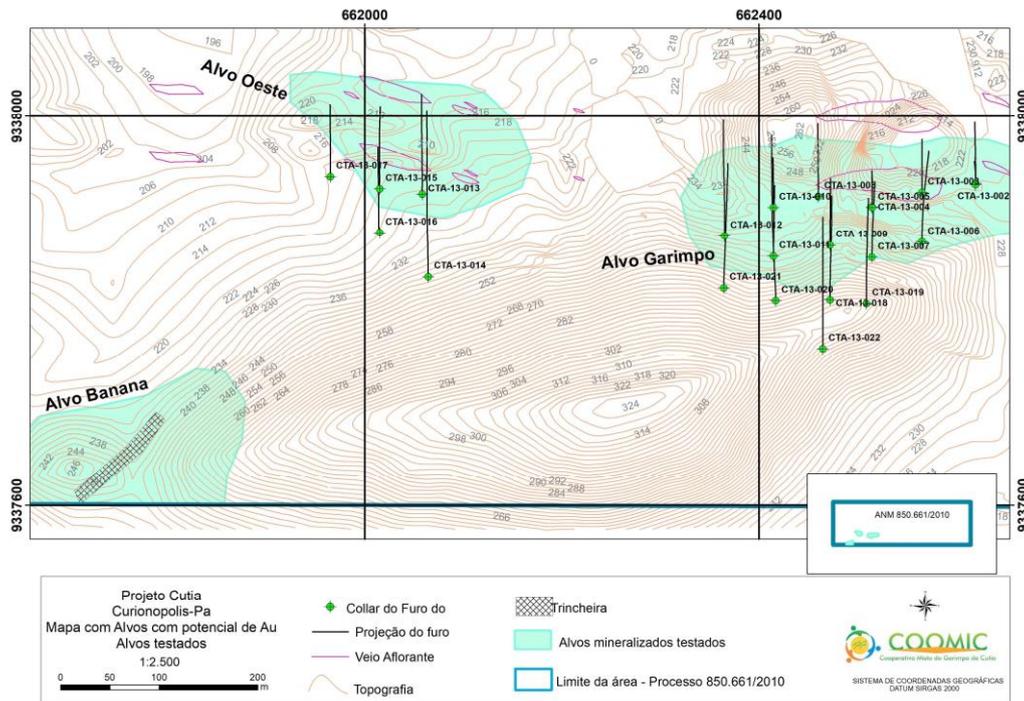


Figura 35. Mapa dos alvos testados com localização dos furos rotativos executados.

Foi estabelecido um procedimento operacional para implantação do equipamento de sondagem nas praças, consistindo basicamente na utilização de GPS geodésico para locação e alinhamento da sonda de acordo com a malha do Projeto. A inclinação foi aferida com inclinômetro digital e posteriormente conferido com estação total, garantido a precisão (milimétrica) na locação dos furos.

Seguindo os procedimentos operacionais definidos no fluxograma, foram realizadas pela equipe técnica os trabalhos de fiscalização, tanto em campo quanto no galpão, sendo acompanhado as etapas de identificação dos furos em cada caixa com base nos boletins para fixação de plaqueta de alumínio para identificação, contendo valores de profundidade inicial, avanço, recuperação, profundidade final, data de início e fim da sondagem. Também foi realizada a marcação metro a metro com pincel atômico. Os testemunhos de

sondagem encontram-se armazenados no galpão do escritório da cooperativa COOMIC em Curionópolis.



Figura 36. Marco de concreto implantado no local do furo com as informações descritivas.

Posteriormente foi executada a descrição geotécnica, de acordo com as características geomecânicas das rochas mineralizadas e encaixantes para definição do maciço rochoso estimada pelo fator do RQD (Rock Quality Designation) de acordo com os parâmetros de resistência como mostra a tabela abaixo com a nomenclatura dos parâmetros definidos e agregados ao BD.

A descrição geológica dos testemunhos foi realizada por geólogo do Projeto para obtenção das informações da geologia do depósito, contendo o registro de dados litológicos, mineralógico, de alterações hidrotermais, zonas de contato, relações estruturais, texturais, permitindo o avanço sistemático da sondagem. Para individualizar melhor os tipos de minério, foram criados tipos classificatórios para fins comparativos, seguindo os principais aspectos: Solo, saprolito, rocha semi-intemperizada e rocha sã. A tabela abaixo detalha os tipos classificados.



Figura 37. Exemplo de registro fotográfico de testemunhos de sondagem do Furo CTA-013-005 com detalhe da zona mineralizada em Au hospeda em veio breschado e tumalinizado (furo CTA-013-003).

Alguns furos intersectaram trecho garimpados, onde não foi possível definir a litologia (UNKNOWN) ou não houve recuperação (XXX). O equipamento de perfuração recuperou traços com fragmentos de madeira provenientes de estruturas armadas na galerias e poços durante a atividade garimpeira. No anexo 02, são apresentados os logs de sondagem, incluindo resultados analíticos e descrição da camada interceptada.

Abaixo é apresentado a seção geológica tipo da área do projeto Cutia, alvo oeste.

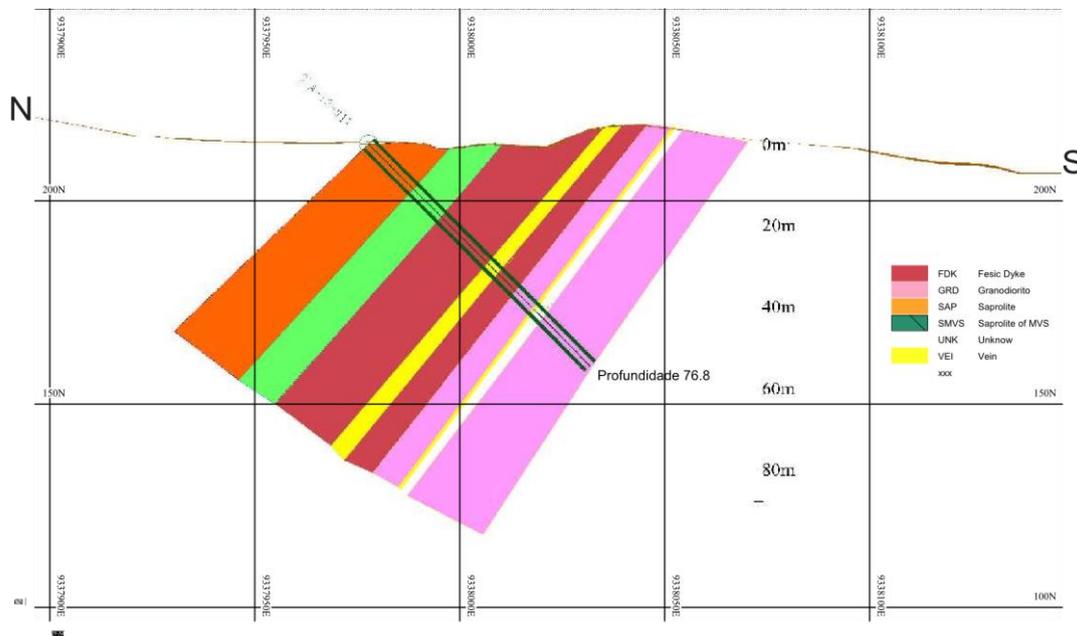


Figura 38. Seção geológica esquemática do projeto Cutia.

6.6 CORTE E AMOSTRAGEM DE TESTEMUNHOS

Após a descrição dos testemunhos de sondagem e a confecção do plano de amostragem, as caixas foram enviadas para o corte dos testemunhos longitudinais ou no

plano vertical pela metade seguindo o alinhamento definido pelo geólogo, seguindo o padrão QAQC, partindo-se para a preparação de amostras.

Com o fim do corte dos testemunhos, as caixas foram organizadas em sequência na bancada para o processo de amostragem com base na descrição geológica, seguindo preferencialmente o intervalo de 1 em 1 metro, com volume de ½ testemunho em HQ ou NQ.

6.7 CONTROLE DE QUALIDADE

Para garantir as melhores práticas de controle de qualidade durante o processo de análises químicas, foram adotados procedimentos de inserção de amostras de controle no projeto, definida independentemente do tamanho do lote de amostras preparadas para os laboratórios de análises químicas, considerando o intervalo de 15 amostras para inserção da amostra de controle. Amostras padrão e Branco previamente analisadas foram inseridas na sequência amostral de cada furo, assim com replicada, considerando fatores como litologia do intervalo de amostragem, histórico do resultado analítico e etc.

Os brancos de projeto são amostras geradas a partir de rochas sem nenhum valor dos elementos pesquisados no projeto (Au, Cu e Ag), sendo composta basicamente de SiO₂. As duplicatas correspondem a uma alíquota de mesma quantidade da amostra original e tem o objetivo de apresentar o mesmo resultado da amostra original. Os padrões certificados são amostras que apresentam valores de referência para os elementos de interesse do projeto, e foram adquiridos do instituto de Tecnologia August Kekulé – ITAK. A Tabela 5 abaixo apresenta a lista de padrões utilizados e seus respectivos valores certificados conforme consta nos relatórios técnicos apresentados pelo fornecedor.

Tabela 5- Padrões certificados utilizados no projeto Cutia.

Lab	Au (g/t)	Ni (%)	Cu (%)	Fe (%)	Ag (g/t)	F (g/t)	Cl (g/t)	S (%)
ITAK 513	104,6 ppm							
ITAK 541	22,9 ppm							
ITAK 801	0,117 ppm	% 0,018	% 0,629	% 5,88	1,05 g/t	603,7 g/t	187,3 g/t	% 0,633
ITAK 806	0,508 ppm	% 0,003	% 0,620	% 5,55	1,25 g/t	1156 g/t	74,6 g/t	% 1,83
ITAK QF3								

Foram coletadas e analisadas um total de 1.162 amostras de testemunho de sondagem, 108 amostras de controle, das quais 29 são brancos, 33 duplicatas, 05 ITAK541, 18 ITAK-806 E 08 ITAK-QF3, que compõem o BD do Projeto Cutia.

7. RESERVAS

7.1 GERAÇÃO DA SUPERFÍCIE TOPOGRÁFICA

A superfície topográfica da região foi gerada a partir da triangulação de pontos com coordenadas conhecidas. Estes pontos foram obtidos a partir das coordenadas dos furos de sondagem e também de diversos outros pontos obtidos por levantamento topográfico tradicional de forma a melhor representar a área em estudo. Os pontos levantados foram importados para o software Vulcan e foi gerada uma superfície triangularizada tridimensional de forma a representar a superfície topográfica da região conforme mostrado na Figura 39.

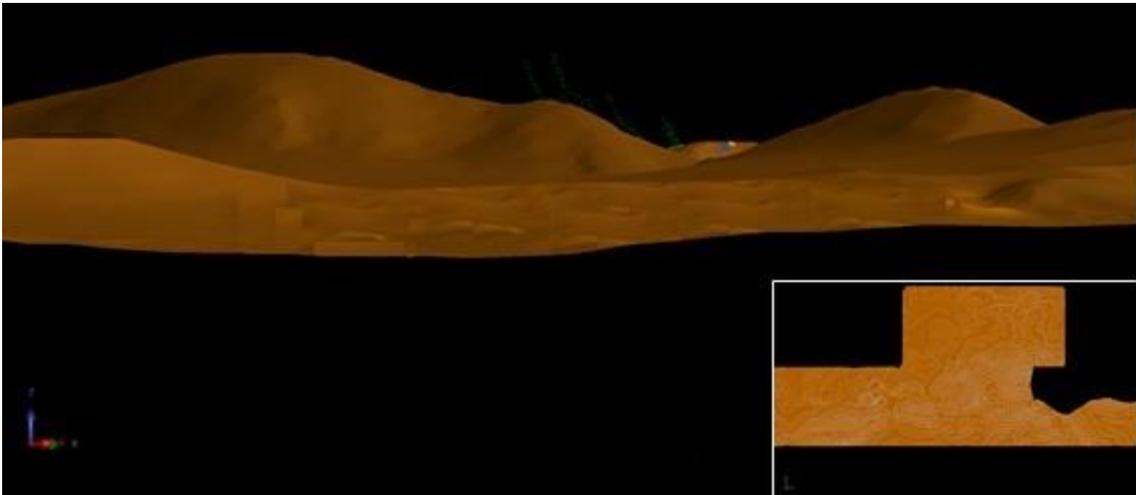


Figura 39. Triangulação rotacional da superfície topográfica (sem escala) do depósito Cutia.

7.1.1 Modelagem tridimensional tradicional do corpo mineralizado e dos principais halos de alteração.

A modelagem tridimensional tradicional do sólido a três dimensões representando um corpo de minério foi gerado através de um programa de computador usando um processo de triangulação, a partir de seções verticais e/ou horizontais. Dois importantes atributos foram determinados como elementos fundamentais e selecionados como alvo para este estudo. Um dos elementos fundamentais do alvo Cutia é a definição do corpo mineralizado. Como o minério proveniente do depósito Morro da Cutia vai ser processado na planta de beneficiamento da própria mina, os modelos de mineralização tridimensionais da zona mineralizada.

Os sólidos foram criados pelo método de união de polígonos gerados a partir de seções verticais, sendo que estes polígonos foram modelados seguindo a malha dos furos

de sondagem. A direção dos polígonos foi ajustada de modo que fosse ortogonal à direção principal da mineralização e a superfície topográfica da área em questão foi utilizada como limite superior na direção altimétrica.

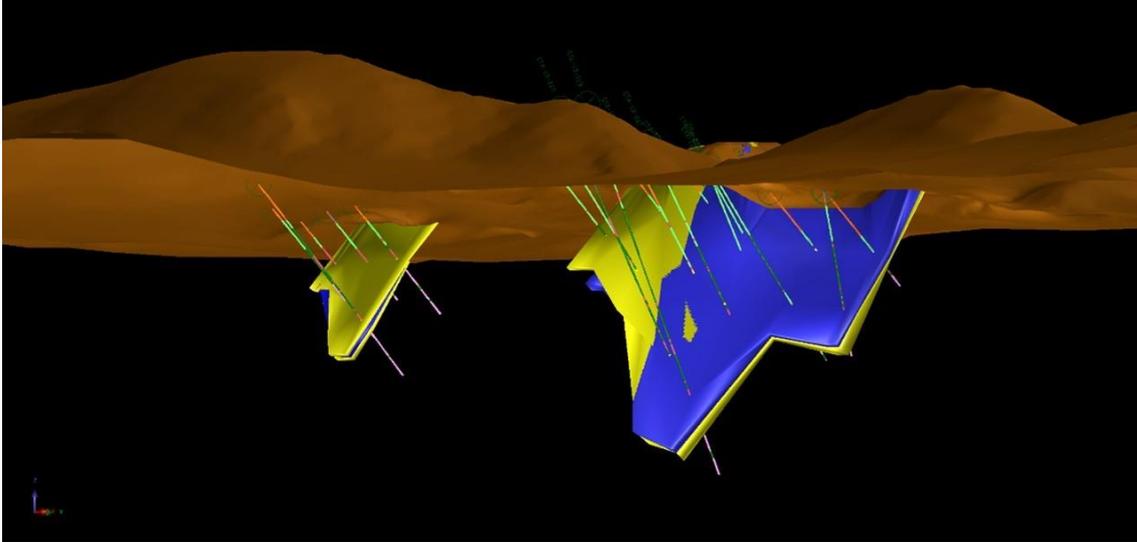


Figura 40. Modelo tridimensional do depósito da Cutia.

O corpo mineralizado modelado foi individualizado em 2 corpos principais e algumas pequenas lentes próximas ou entre estes corpos. No geral, a zona mineralizada teve comprimento de cerca de 450 metros ao longo da direção principal e cerca de 250 metros de largura ao longo do mergulho do corpo, partindo da superfície. A direção principal do corpo apresentada foi em torno de N30°E e um mergulho variando dentre 60° a 70° no sentido NW.

Como se espera que grande parte da mineralização esteja contida no Halo Silicificado e na alta proporção do Halo Hidrotermal, conforme citado anteriormente, decidiu-se modelar os dois principais tipos de alteração existentes no depósito pois as mesmas juntas representam pouco mais de 80% do depósito, sendo assim, o segundo elemento fundamental selecionado.

A direção preferencial selecionada para a criação das seções foi a mesma utilizada para gerar o modelo da zona mineralizada.

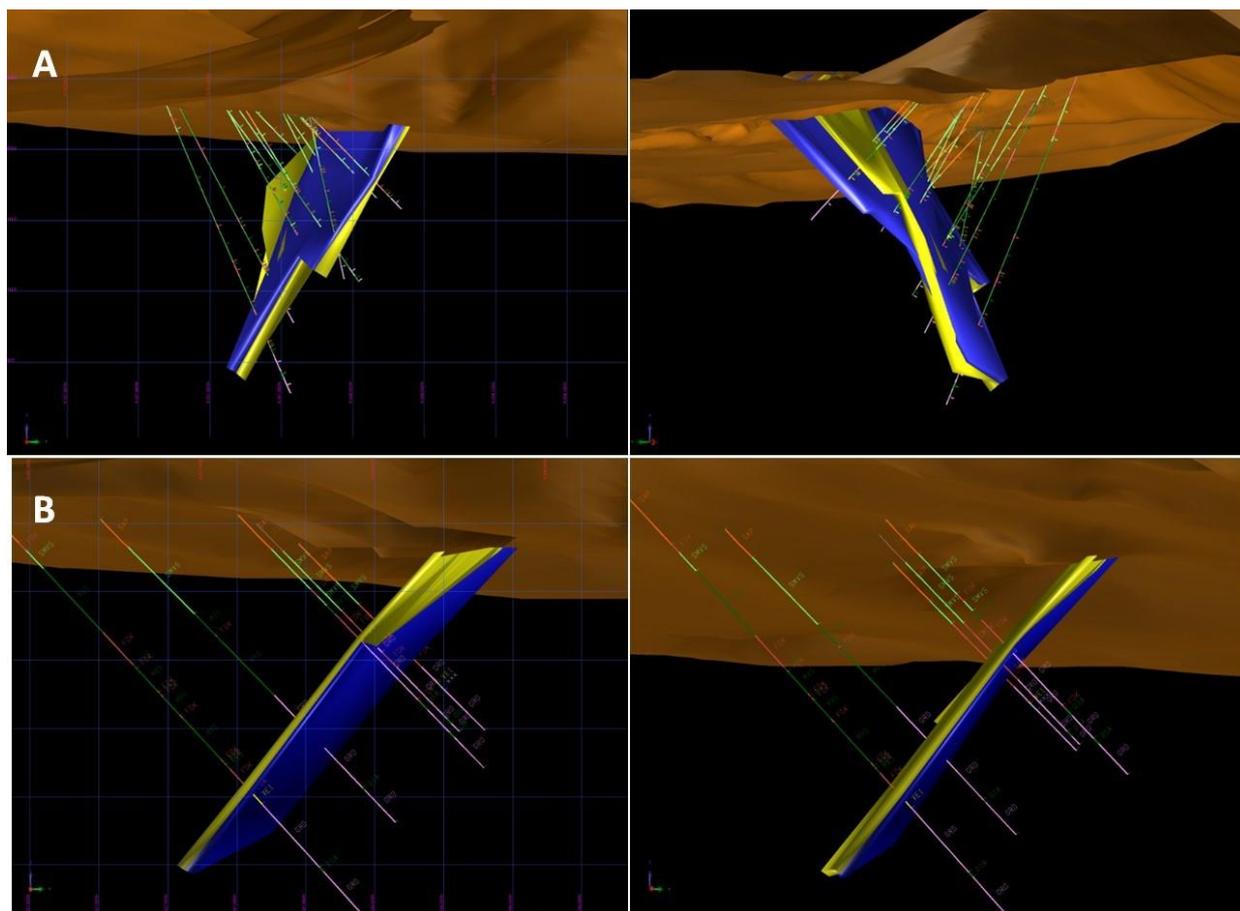


Figura 41. Modelos tridimensionais - corpos mineralizados (em A, Morro da Cutia; em B Corpo Oeste).

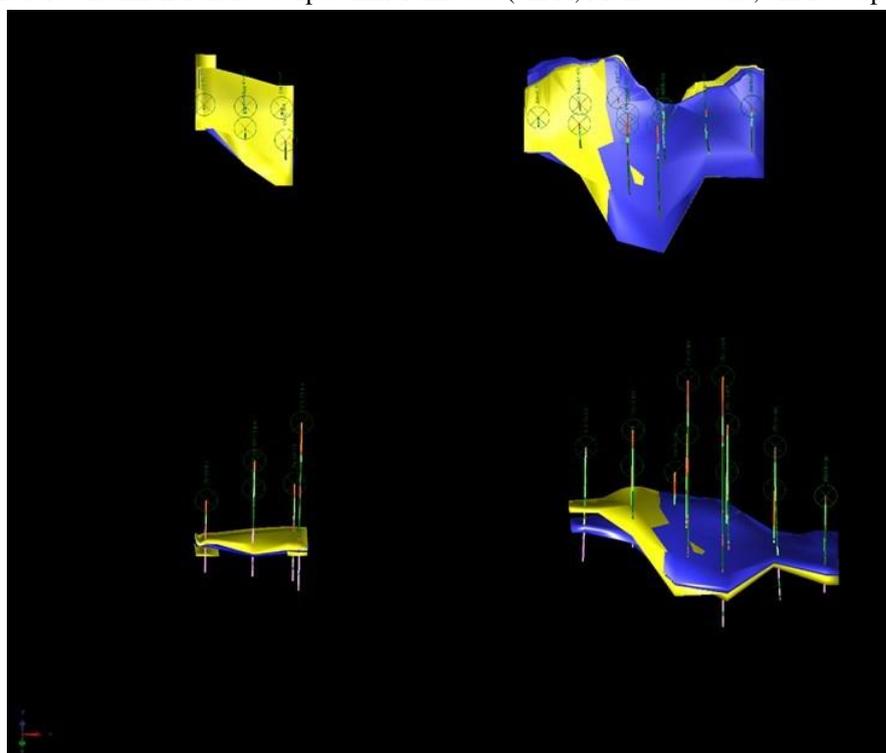


Figura 42. Corpos Morro da Cutia e Corpo Oeste.

7.2 CÁLCULO DAS RESERVAS

A estimativa de reservas dos Alvos Morro da Cutia e Corpo Oeste foram calculadas com base em 16 furos amostrados e analisadas. A interpretação geológica é baseada em secções transversais EW, espaçadas de 50 metros, abrangendo um corpo mineralizado de 300 x 150 metros (Morro da Cutia), orientado na direção aproximada N30°E e com mergulho forte para NW e um outro corpo mineralizado de 150 x 100 (Corpo Oeste), com orientação aproximada N32°E e com mergulho forte. O contorno da zona mineralizada, obedecendo ao teor de corte de 0,5% Au, foi desenhado com auxílio do Surpac. O método das secções transversais foi utilizado, envolvendo a interpretação geológica dos formados corpos de minério e o cálculo da média ponderada dos teores metálicos.

As tonelagens foram calculadas multiplicando a densidade do minério pelo volume do bloco. Os volumes foram calculados multiplicando a área contida no contorno do corpo mineralizado pela respectiva zona de influência em cada secção. Os teores médios de Au em cada secção foram calculados a partir das médias ponderadas dos teores de Au relacionados aos respectivos intervalos em cada furo de sondagem.

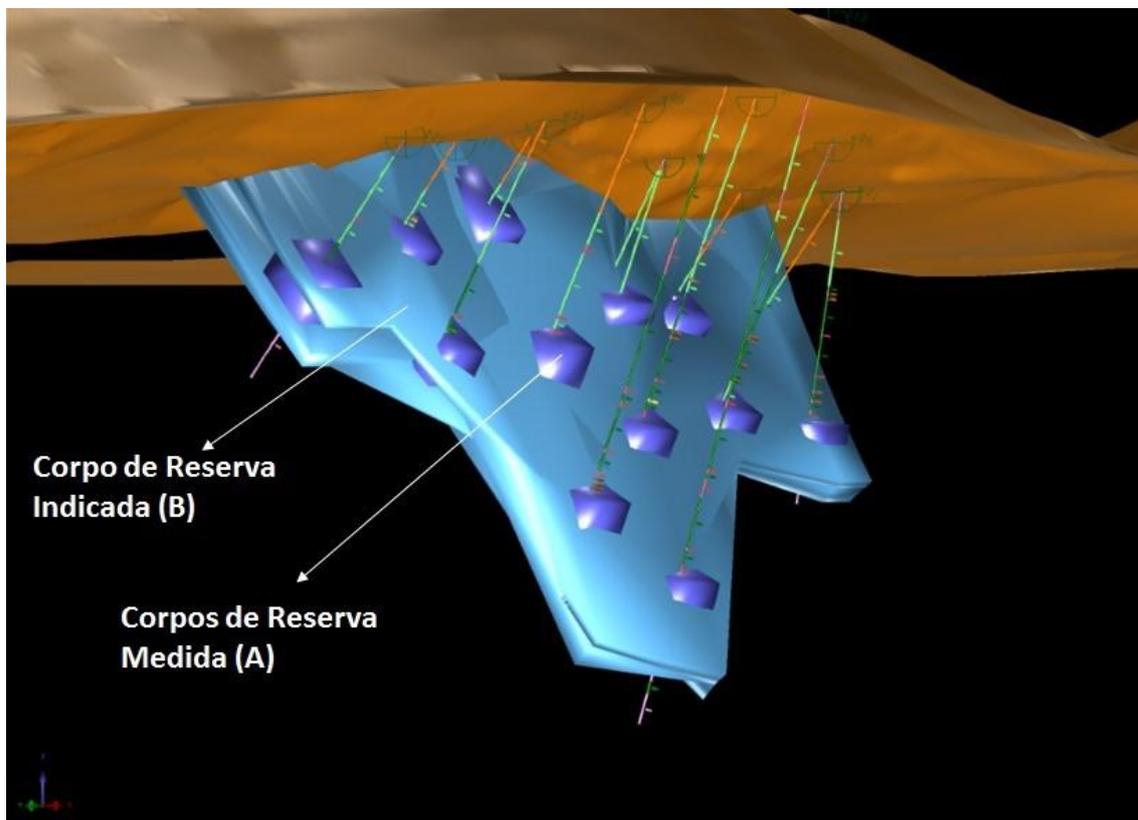


Figura 43. Indicação de blocos medidos (A) e indicado (B) no Morro da Cutia.

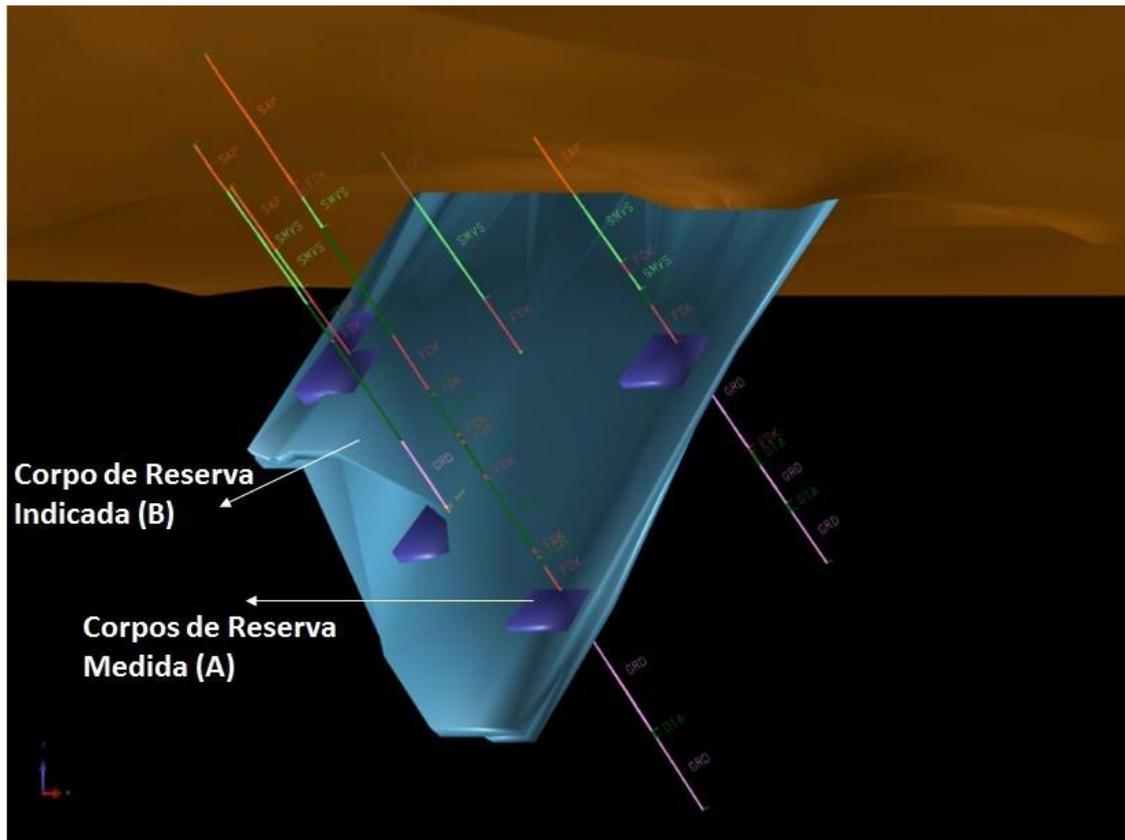


Figura 44. Indicação de blocos medidos (A) e indicados (B) no Corpo Oeste.

As reservas de minério dos corpos Morro da Cutia e Corpo Oeste foram calculadas pelo método das seções transversais com suas respectivas zonas de influência, considerando os teores de Au e considerando um teor de corte de 0,5% Au. Estas reservas totalizaram 8.6 milhões de toneladas de minério com teor médio de 2,0 g/t de Au (estimativa definida a partir do estudo geoestatístico do depósito da Cutia).

Conforme verificado nas Imagens acima, os blocos de minério correspondentes em “A”, foram agrupados como reserva medida, uma vez que (i) as dimensões do corpo de minério foram bem estabelecidas em função de evidências geológicas em escavações e furos de sondagem em malha de 50 x 50 metros e (ii) os teores de ouro foram bem determinados por meio de amostragem detalhada (de metro a metro) e análises químicas de testemunhos de sondagem. Os blocos de minério correspondentes em “B”, localizadas respectivamente nos extremos aos furos mineralizada foram classificadas como reserva indicada, com base em evidências geológicas, furos de sondagem e análises químicas, que confirmam a continuidade da mineralização até distâncias de no mínimo 75 metros a partir do bloco de minério medido e através do tratamento geoestatístico realizado para esse

depósito. Um quadro com a síntese do cálculo de reservas de minério nos alvos é mostrado abaixo.

Tabela 14- Cálculo de Reservas

Categorias	Alvo Morro da Cutia	Alvo Corpo Oeste	Alvos Totais
Reserva Medida (t)	374.021,80	10.183,80	384.205,60
Teor (g/t)	4,21	6,21	3,34
Reserva Indicada (t)	1.202.003,60	213.800,80	1.415.804,40
Teor (g/t)	2,46	2,46	4,34
Reserva Lavrável (t)	1.576.025,40	223.984,60	1.800.010,00
Teor (g/t)	3,34	4,34	3,84

Densidades das Amostras				
Furo	Id	From	To	Densidade Base Seca (g/cm ³)
CTA 1301	DN013	63,81	65,65	2,6
CTA 1302	DN014	93,93	94,92	

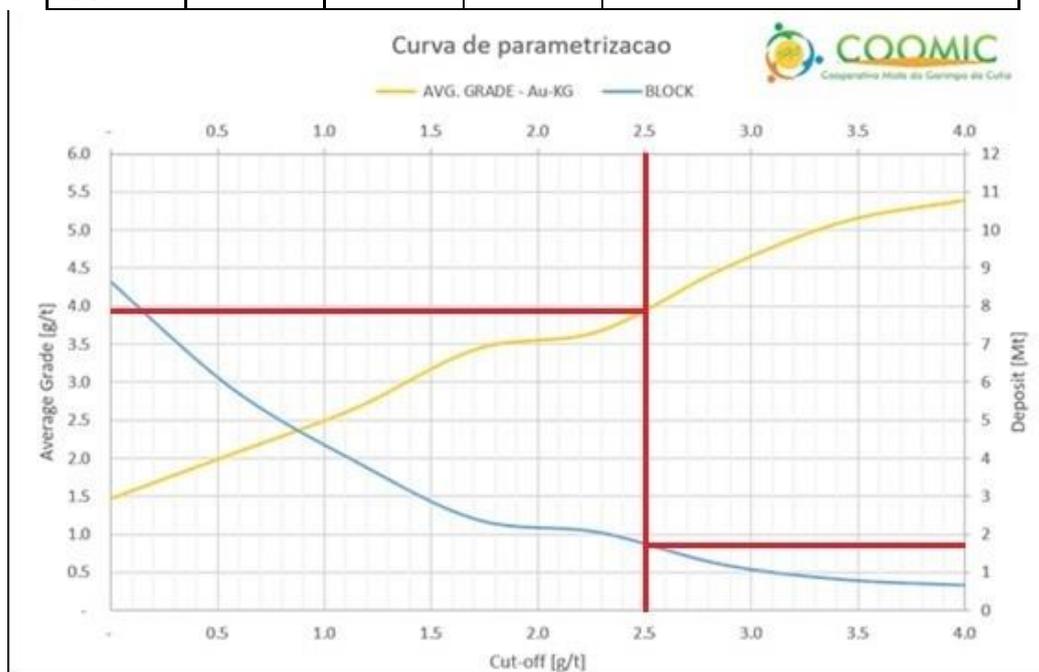


Figura 45. Curva de parametrização gerada com a análise geoestatística (cenário adotado).

Analisando a curva de parametrização, resultante do tratamento geoestatístico pode-se observar que assumindo um teor de corte de 2,5 g/t de Au, o qual foi a validade e usado para a análise de viabilidade econômica do Projeto Cutia, detalhada no capítulo de lavra, se tem um depósito de aproximadamente 1.8 Mt de minério de ouro a um teor médio de 3,84 g/t de Au, esse foi o cenário adotado para a viabilidade do negócio.

8. GEOESTATÍSTICA

Se fez o estudo classificação e viabilidade do depósito mineral do Morro da Cutia, a fim de conhecer a quantidade e qualidade de seu corpo mineral a partir das informações geradas na pesquisa mineral realizada.

O objetivo principal na classificação de reservas é a caracterização da quantidade de material e qual o grau de certeza associado a esta quantidade. Diversos fatores foram considerados para a classificação de reservas/recursos minerais do Morro da Cutia, entre elas podemos citar a variabilidade natural do depósito, estruturas geológicas distintas, complexidade do depósito entre outros. Antes de se realizar o cálculo das reservas minerais, foi seguido uma sequência de procedimentos a fim de se reconhecer melhor o comportamento das variáveis a serem calculadas dentro do depósito. Esta sequência consistiu em: composição das amostras dos furos de sonda, análise estatística e por fim as análises variográficas e estimativa de teores.

Para que a avaliação se apresente confiável, é também imprescindível que se tenha diferentes tipos de informações como a análise de mapas e seções geológicas suportadas por furos de sondas, amostragens, etc. Foi também necessário determinar cuidadosamente as dimensões e orientação de unidades individuais, assim como ter obtido estimativas das propriedades (como o volume, toneladas, média dos teores) como de qualquer volume planejado dentro de um depósito.

O formato, as dimensões do corpo mineral e o volume serviram também de entrada para avaliação do corpo mineral. Estas informações foram obtidas a partir da modelagem geológico que representa de maneira adequada as reservas minerais, no qual foi utilizado no estudo de viabilidade do depósito.

Foi dado ao estudo de viabilidade do depósito de ouro do Morro Cutia um auditável tratamento geoestatístico, onde se utilizou-se a krigagem como uma ferramenta complementar na avaliação geológica do depósito, pois a krigagem é atribuído a um conjunto de métodos de estimativas possuindo caráter não-tendencioso e que produzem estimativas melhores pois estão baseados na minimização da variância do erro de estimativa e que levam em conta uma função de correlação espacial, normalmente variogramas ou covariâncias (continuidade espacial - variografia), e o principal motivo de se estimar é atribuir valores em locais onde não se conhece o valor real ou amostral, utilizando-se de valores amostrados na região de estudo. Com isso, a modelagem

tridimensional, apresentada anteriormente, terá a possibilidade de receber as conclusões geradas com a análise dos resultados geoestatísticos.

8.1 DATASET

Tabela 15- Conjunto de Dados (comprimento analisado no furo).

ID	X (Sirgas 2000)	Y (Sirgas 2000)	Length ¹ [m]
CTA-13-001	662,619.69	9,337,930.65	8.40
CTA-13-002	662,619.64	9,337,929.31	15.30
CTA-13-003	662,565.26	9,337,921.43	15.78
CTA-13-005	662,514.73	9,337,906.05	6.35
CTA-13-006	662,565.26	9,337,870.71	12.30
CTA-13-007	662,514.63	9,337,854.69	28.40
CTA-13-008	662,460.25	9,337,917.32	8.55
CTA-13-009	662,472.10	9,337,867.28	7.50
CTA-13-010	662,414.71	9,337,905.93	36.00
CTA-13-011	662,414.70	9,337,855.79	2.40
CTA-13-012	662,365.21	9,337,876.77	24.35
CTA-13-013	662,058.41	9,337,919.66	1.85
CTA-13-014	662,064.48	9,337,834.76	2.55
CTA-13-016	662,015.34	9,337,880.06	3.95
CTA-13-017	661,965.28	9,337,937.59	4.60
CTA-13-018	662,472.06	9,337,810.92	21.55

8.2 MAPA DE AMOSTRAGEM

As coordenadas foram usadas com o padrão sirgas 2000.

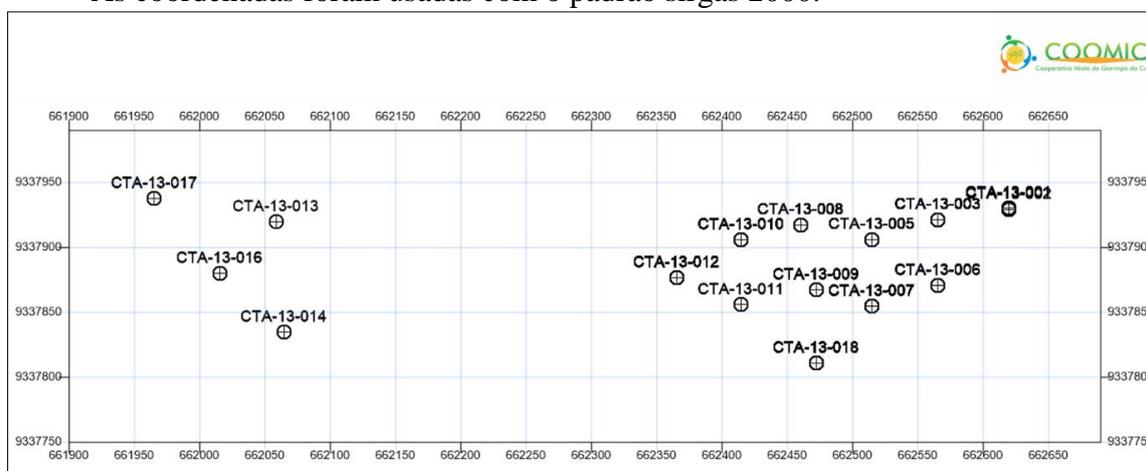


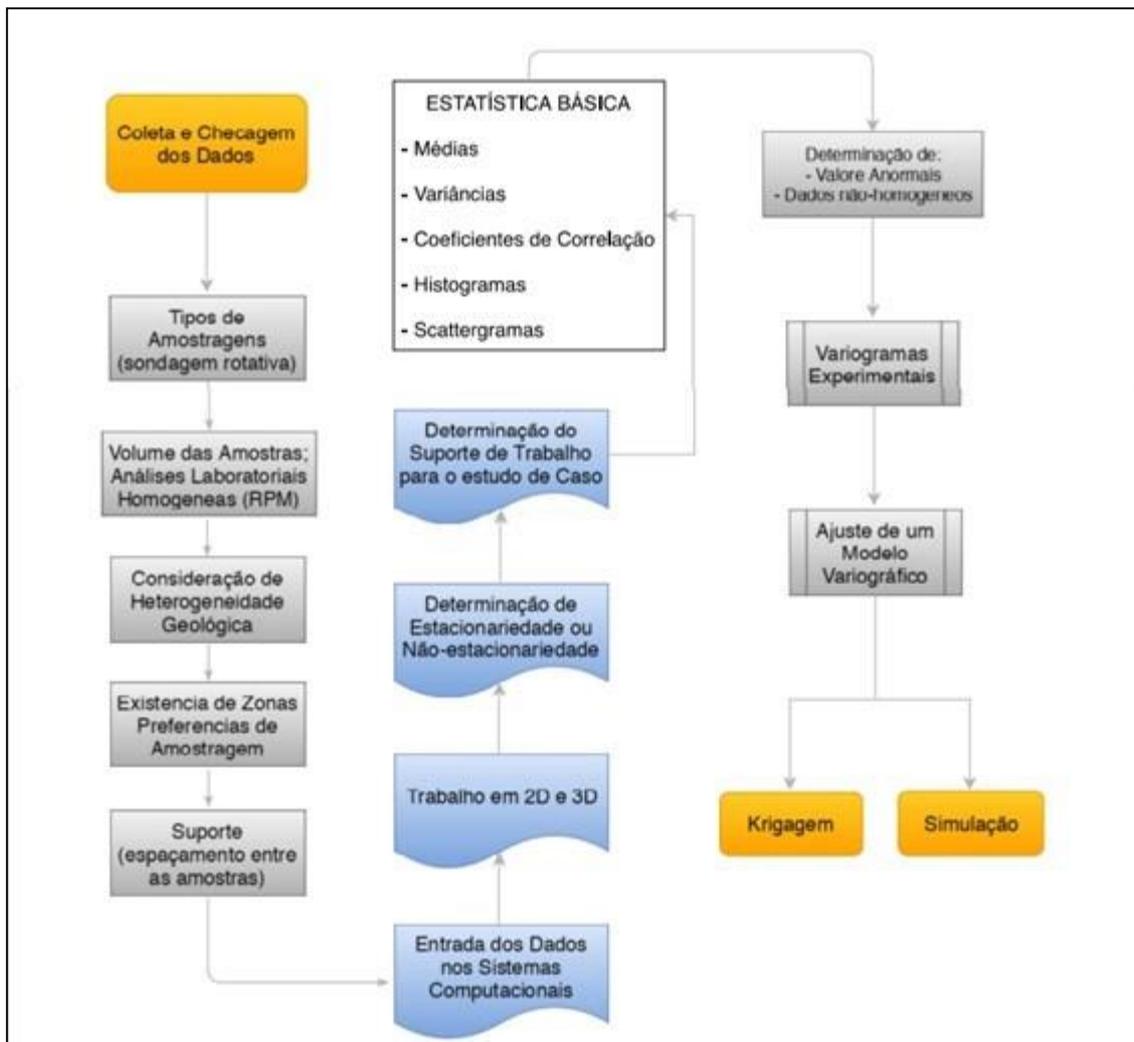
Figura 46. Mapa de localização dos furos.

Os furos CTA-13-001 e CTA-13-002 foram feitos muito próximos um do outro, mas com dips diferentes.

Na análise de dados foi imprescindível conhecer o tipo de variável que seria trabalhada, para assim saber qual a ferramenta estatística mais adequada a ser empregada, então, um fluxograma básico e representativo para a análise e processamento de dados da geoestatística é apresentado no Fluxograma 3.

Amostragem regular utilizando uma malha de 50 m de distância entre furos.

Fluxograma 3- Etapas do estudo geoestatístico realizado para o depósito da Cutia.



8.3 ESTATÍSTICAS DOS DADOS

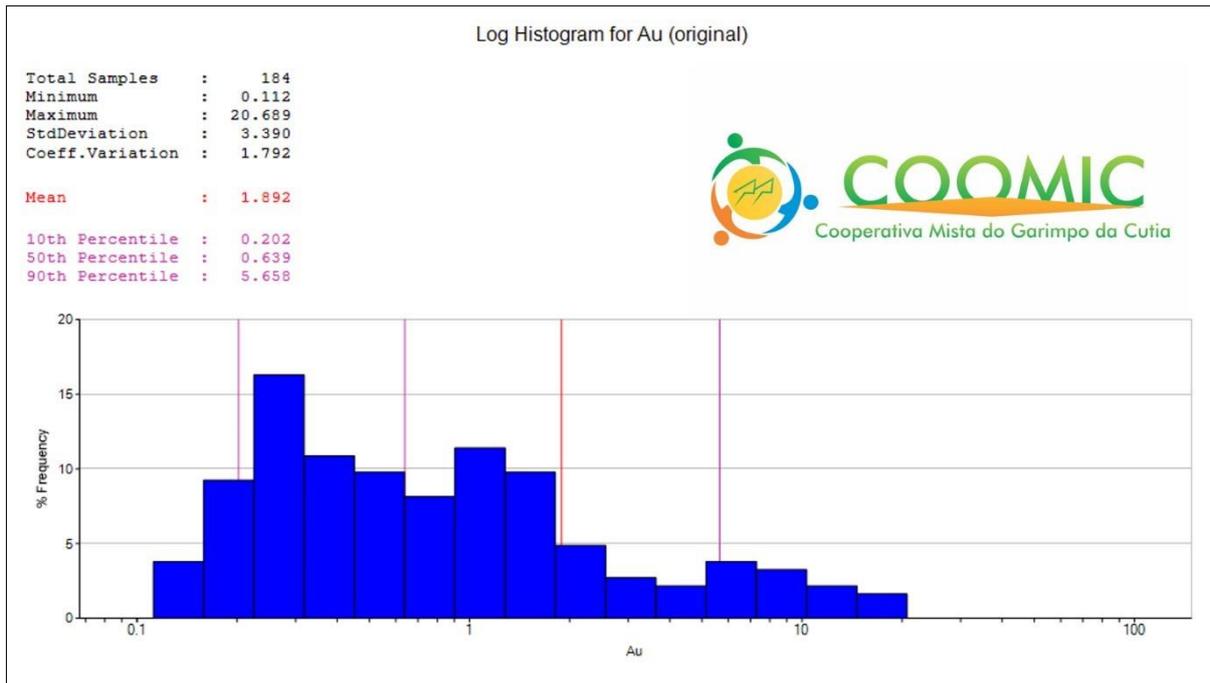


Figura 47. Histograma de registro para Au (Original).

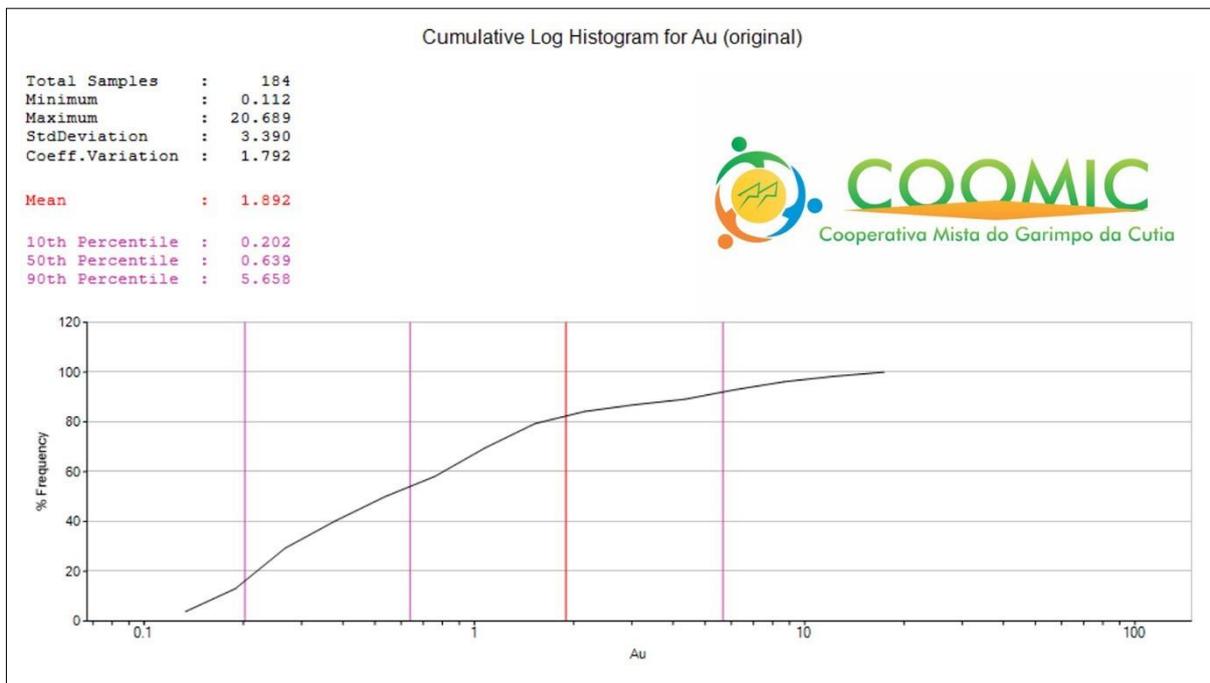


Figura 48. Histograma de registro cumulativo para Au (Original).

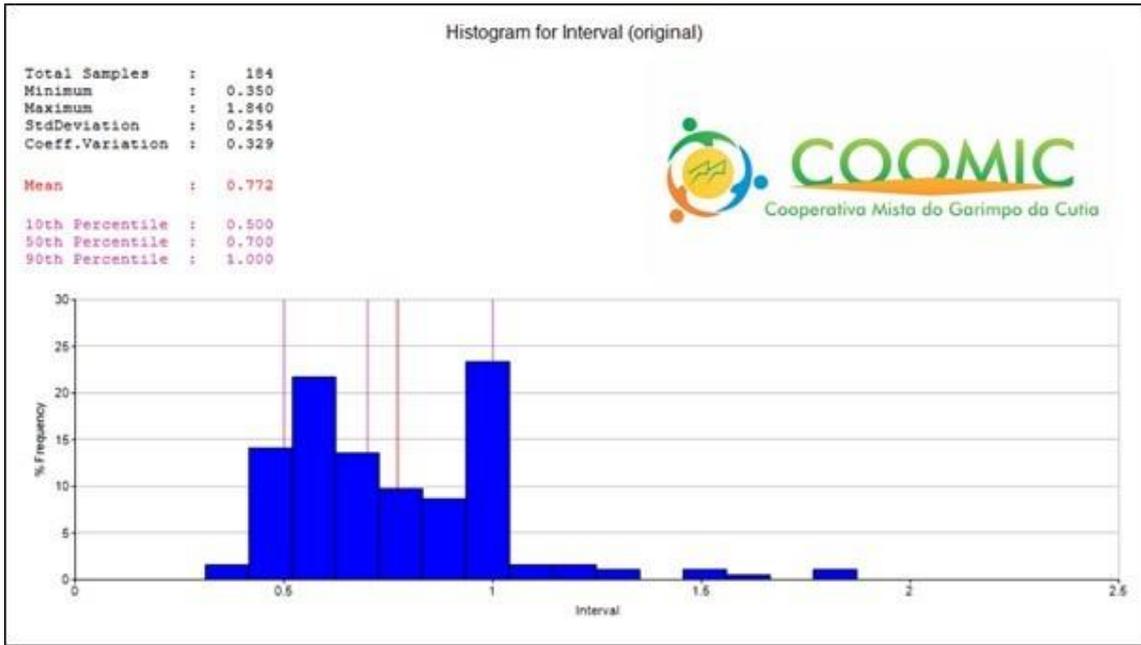


Figura 49. Histograma para intervalo (Original).

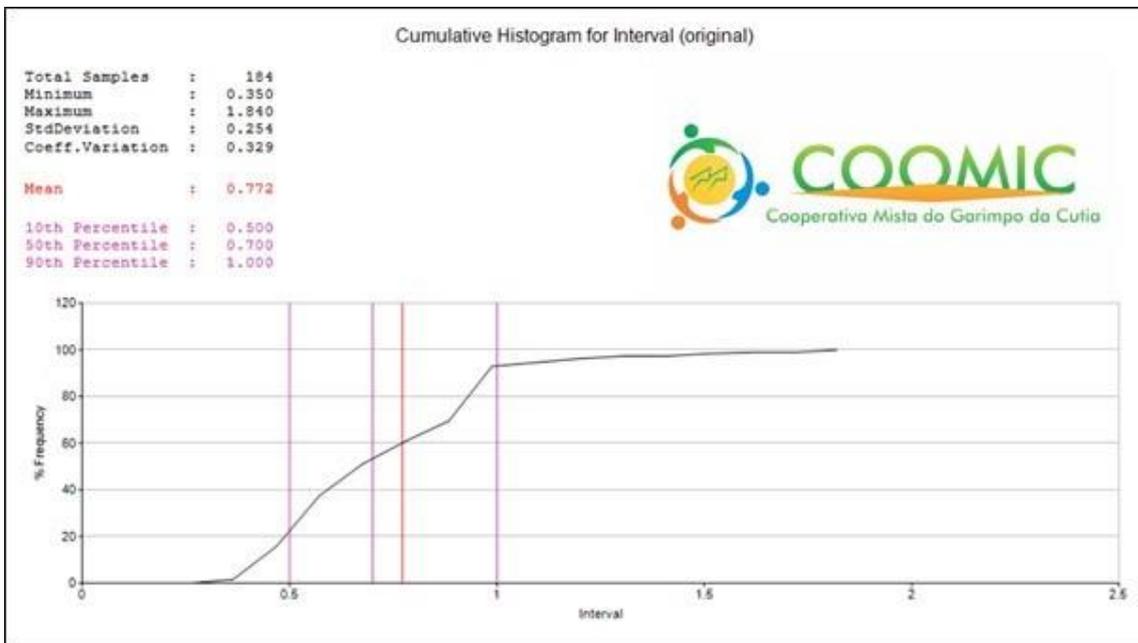


Figura 50. Histograma cumulativo para intervalo (Original).

8.4 REGULARIZAÇÃO DAS AMOSTRAS OU COMPOSIÇÃO (COMPOSITE)

Como há uma variação no tamanho das amostras, foi necessário realizar uma regularização do tamanho das amostras usando um composite de 1 m.

O termo compositar (regularizar as amostras) refere-se ao procedimento de combinar valores adjacentes ao longo dos intervalos do furo de sondagem. O teor de cada novo intervalo é calculado com base na média ponderada dos valores originais das amostras, contidas em cada fração do intervalo. A regularização das amostras é normalmente necessária para as amostras terem o mesmo suporte e mesma representatividade durante as estimativas em que estas amostras são utilizadas, sempre respeitando a diferenciação geológica existente entre as amostras.

Existem várias técnicas e fórmulas de se compositar que são mais adequadas de acordo com seus fins específicos. O software SGeMs, que foi o utilizado para realizar esse tratamento geoestatístico, disponibiliza uma série de opções para se gerarem compósitos.

Para o trabalho foi utilizado o método chamado “Run Length” que é a forma que corresponde à composição de comprimento constante. Neste caso os dados foram regularizados a um mesmo comprimento a partir da boca do furo, exceto ao final, no fim da sondagem e nas bordas geológicas ou de triangulações.

Pode-se também pedir para quebrar os intervalos das compósitas quando se varia ou o tipo de rocha, tipo litológico, tipo de oxidação, etc., porém nesse estudo não foi necessário.

O tamanho determinado para a regularização foi de 1 metro, porém permitindo a interrupção e início de um novo intervalo quando há mudança do tipo de alteração. A determinação de regularização ao comprimento de 1 foi de acordo com a média dos intervalos de amostragem das sondagens.

8.5 REGULARIZAÇÃO DOS DADOS

8.5.1 Composite

O composite foi feito a intervalos de 1m, sendo considerado para o sistema de referência das coordenadas de cada amostra o centro das amostras. O dip com valor negativo foi considerado como representação de mergulho para baixo.

Devido a regularização do tamanho das amostras, houve uma diminuição do valor médio do teor de ouro.

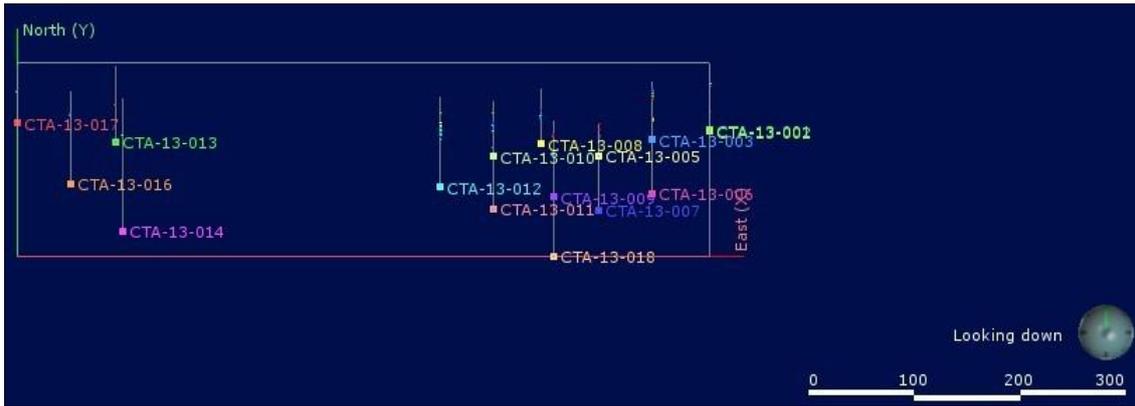


Figura 51. Representação dos furos com a atribuição de um composite de 1 m.

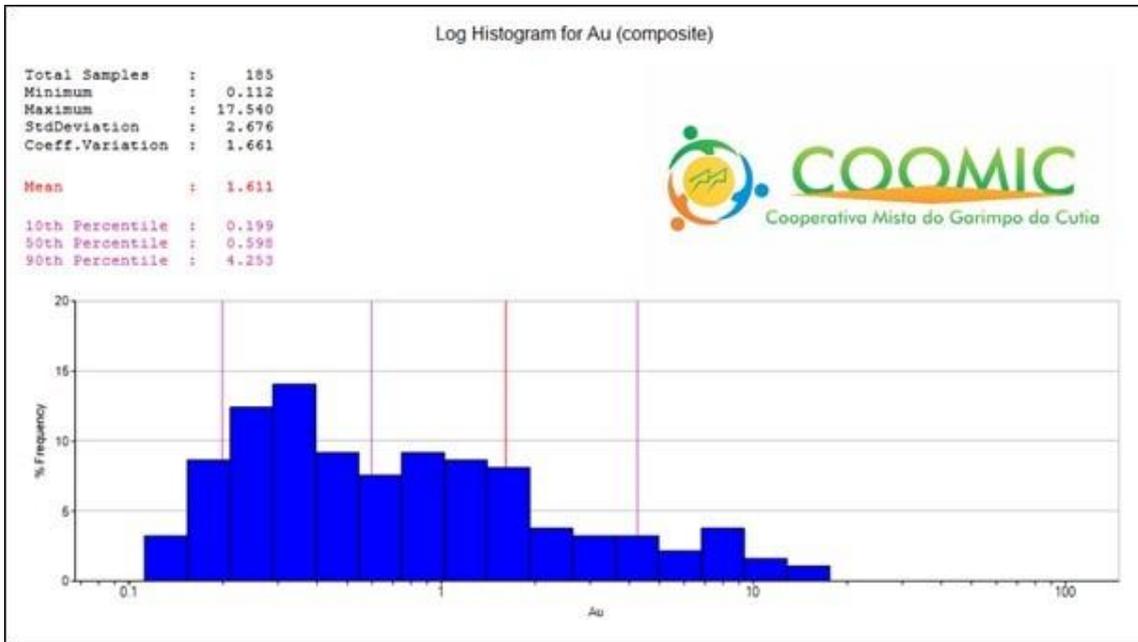


Figura 52. Histograma de registro para Au (com Composite).

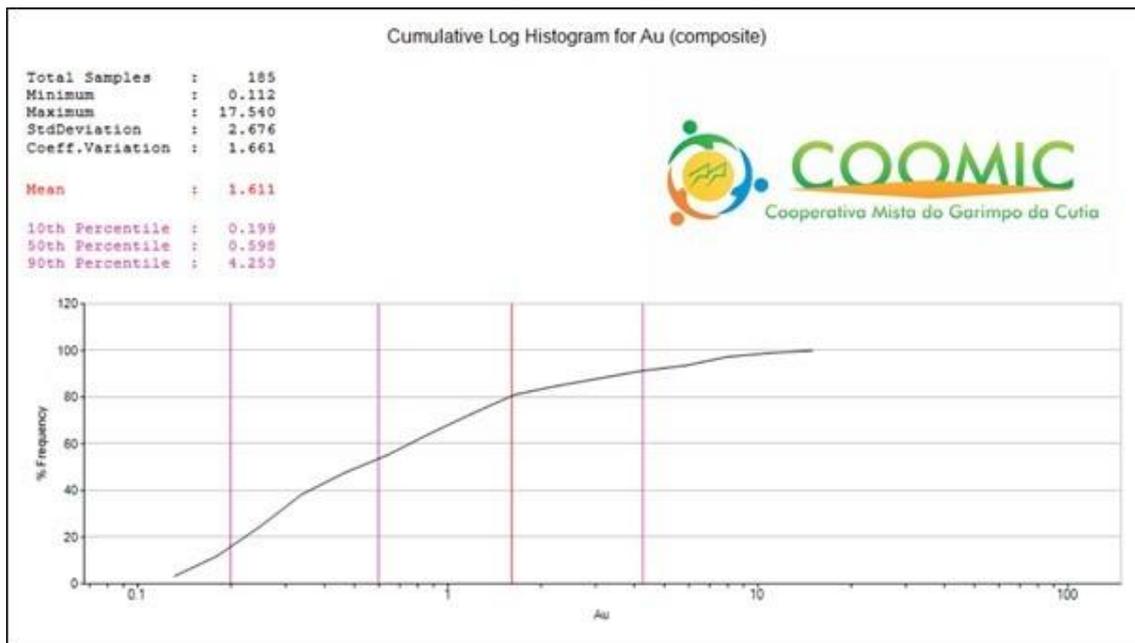


Figura 53. Histograma de registro cumulativo para Au (com Composite).

Teor médio de Au [g/t]	Original	Composite
		1.892

8.6 KRIGAGEM

8.6.1 Declus

Para a declusterização dos dados foi usado o método do Polígono de Voronoy.

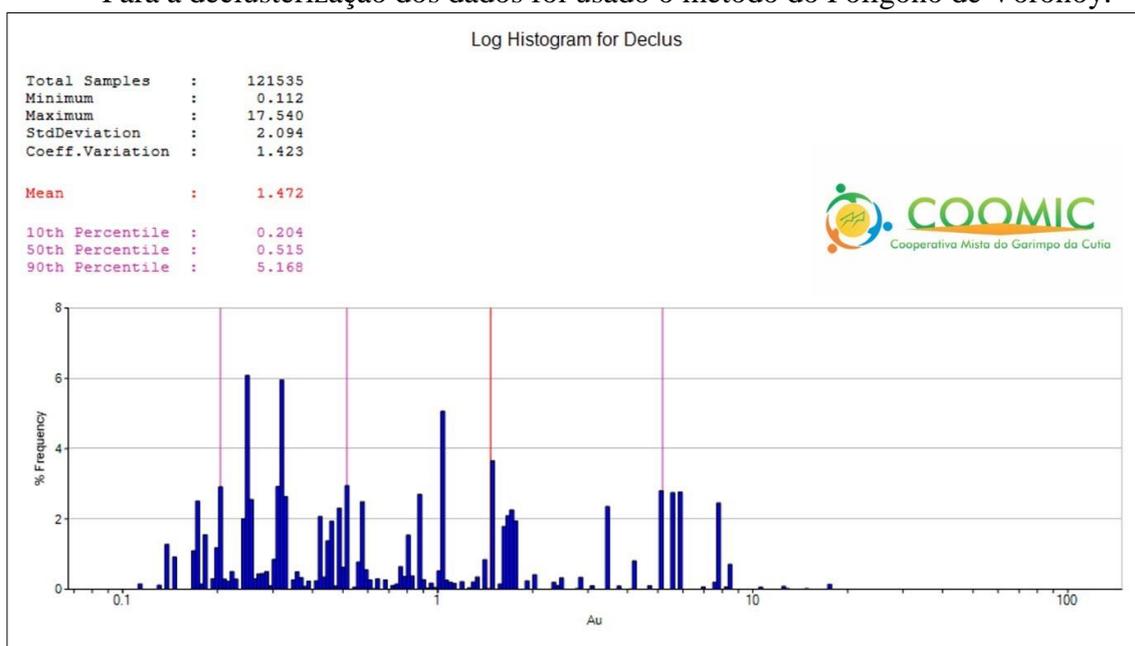


Figura 54. Histograma de registro para declusterização.

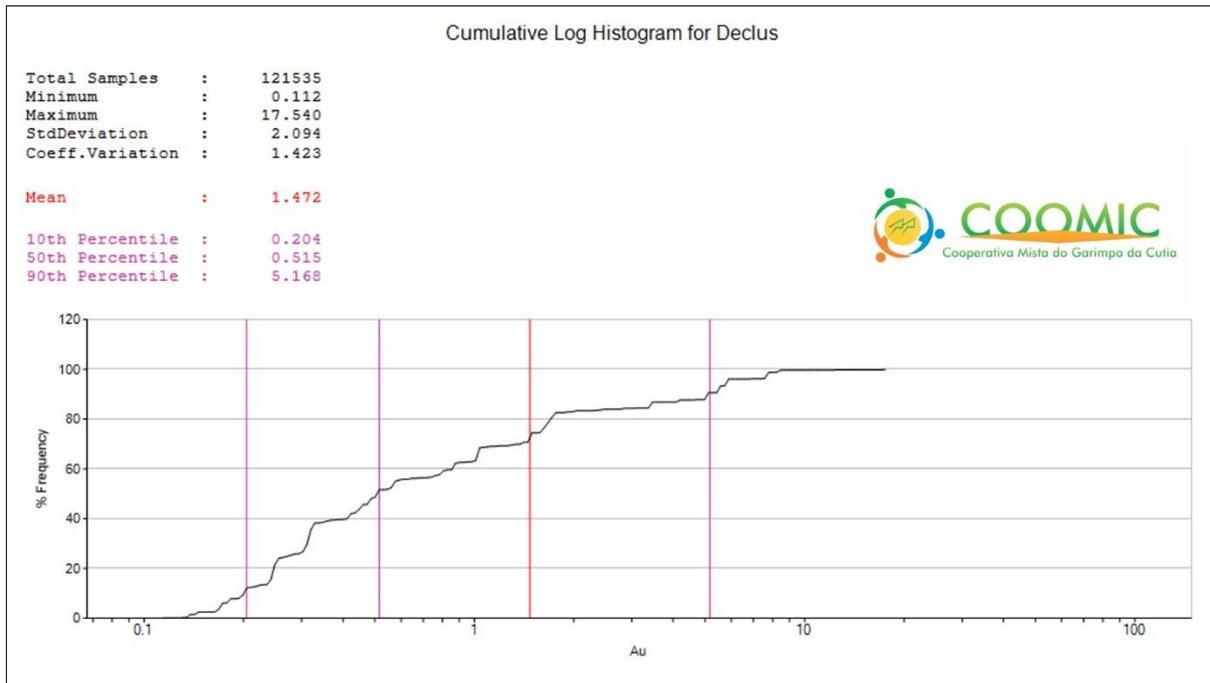


Figura 55. Histograma de registro cumulativo para declusterização.

8.7 VARIOGRAMA

8.7.1 Variogramas para o modelamento

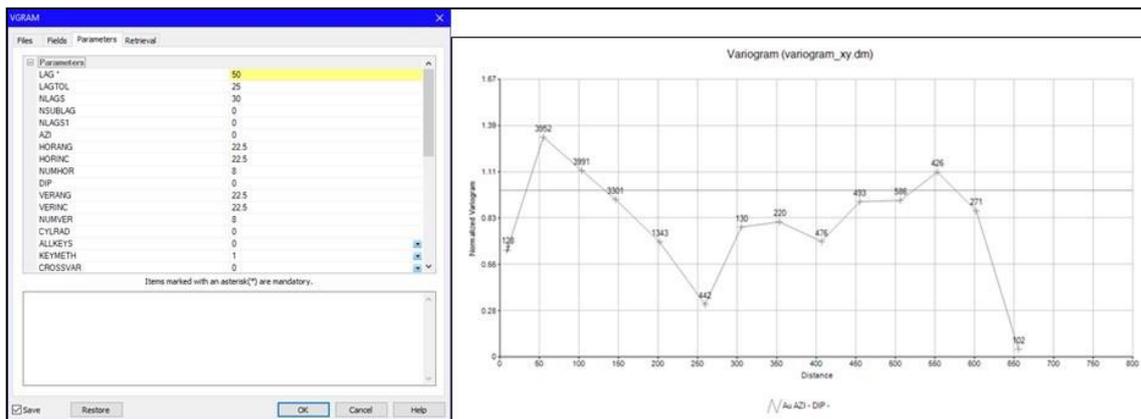


Figura 56. Variograma xy Omni.

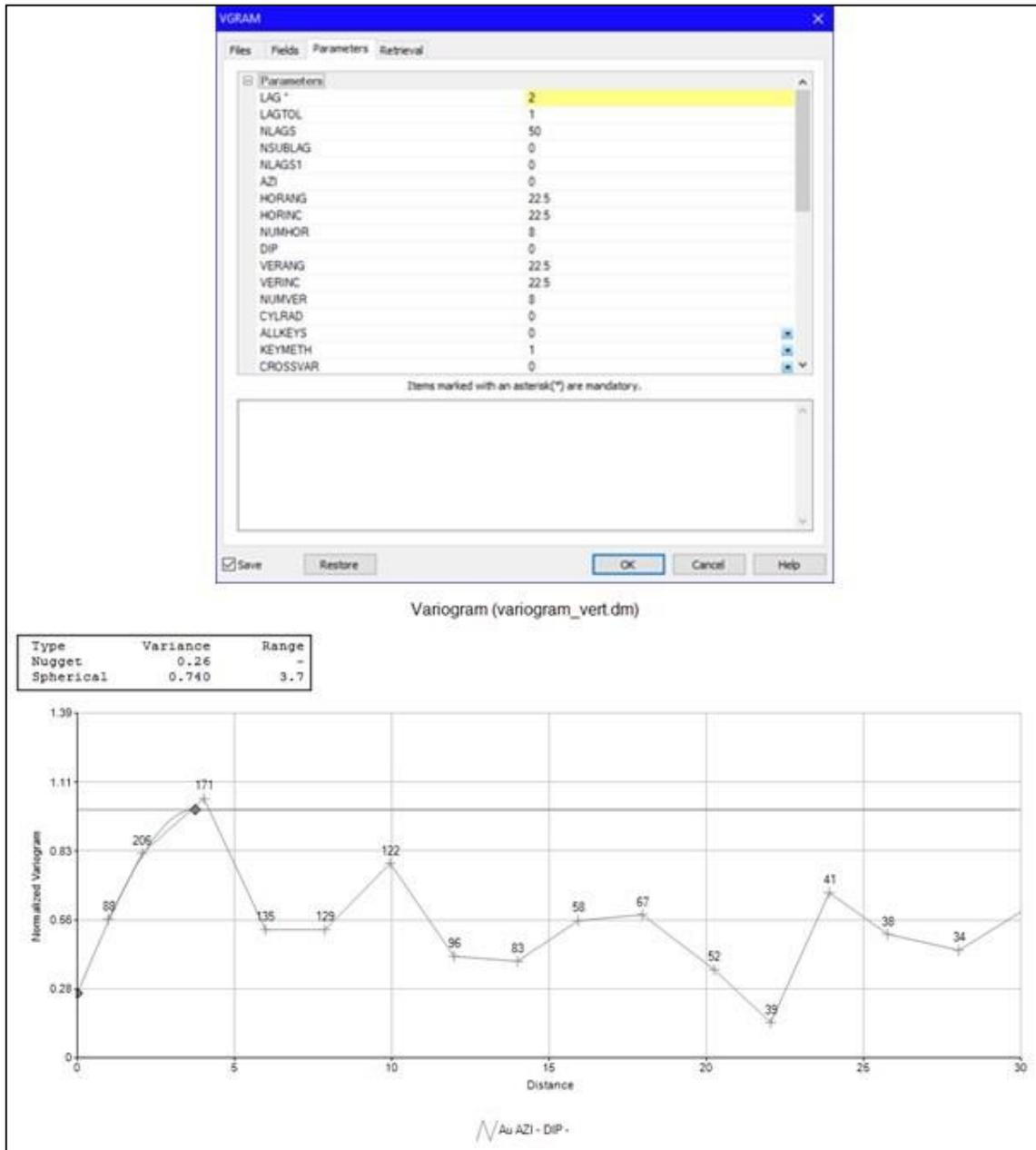


Figura 57. Variograma vertical de Omni.

Pelo fato de não ser possível definir um bom variograma no plano xy, foi feito um variograma vertical, e os modelos de blocos feitos por krigagem apresentam-se com pouca adequação em relação ao depósito.

O modelo usado para as estimativas foi o correlograma.

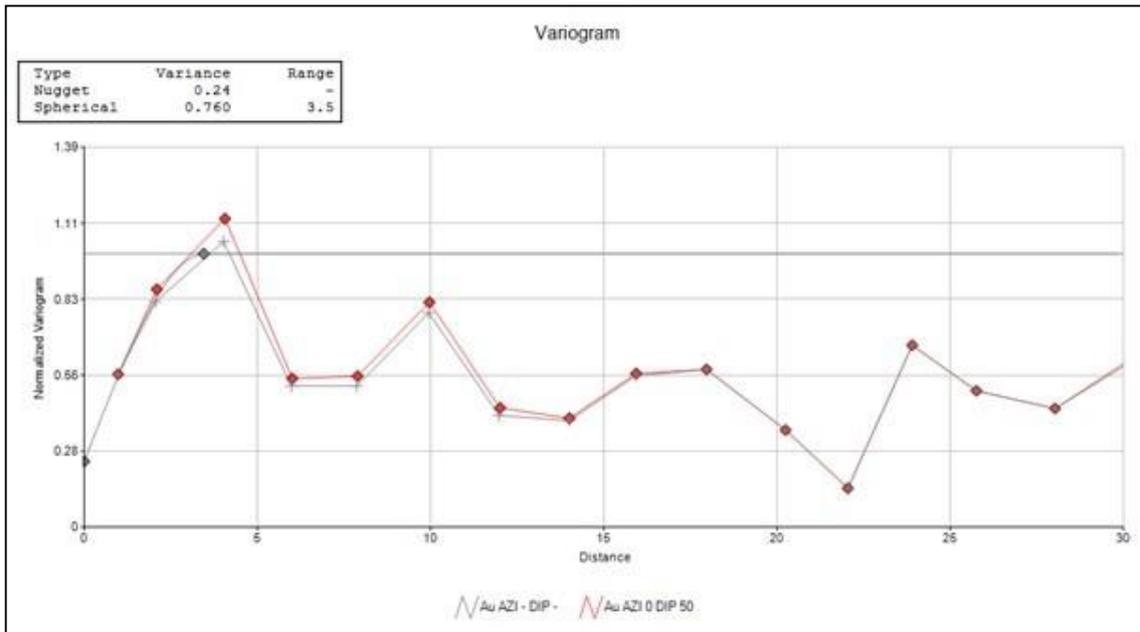


Figura 58. Variograma Au AZI - Dip x AuAZI 0 Dip 50.

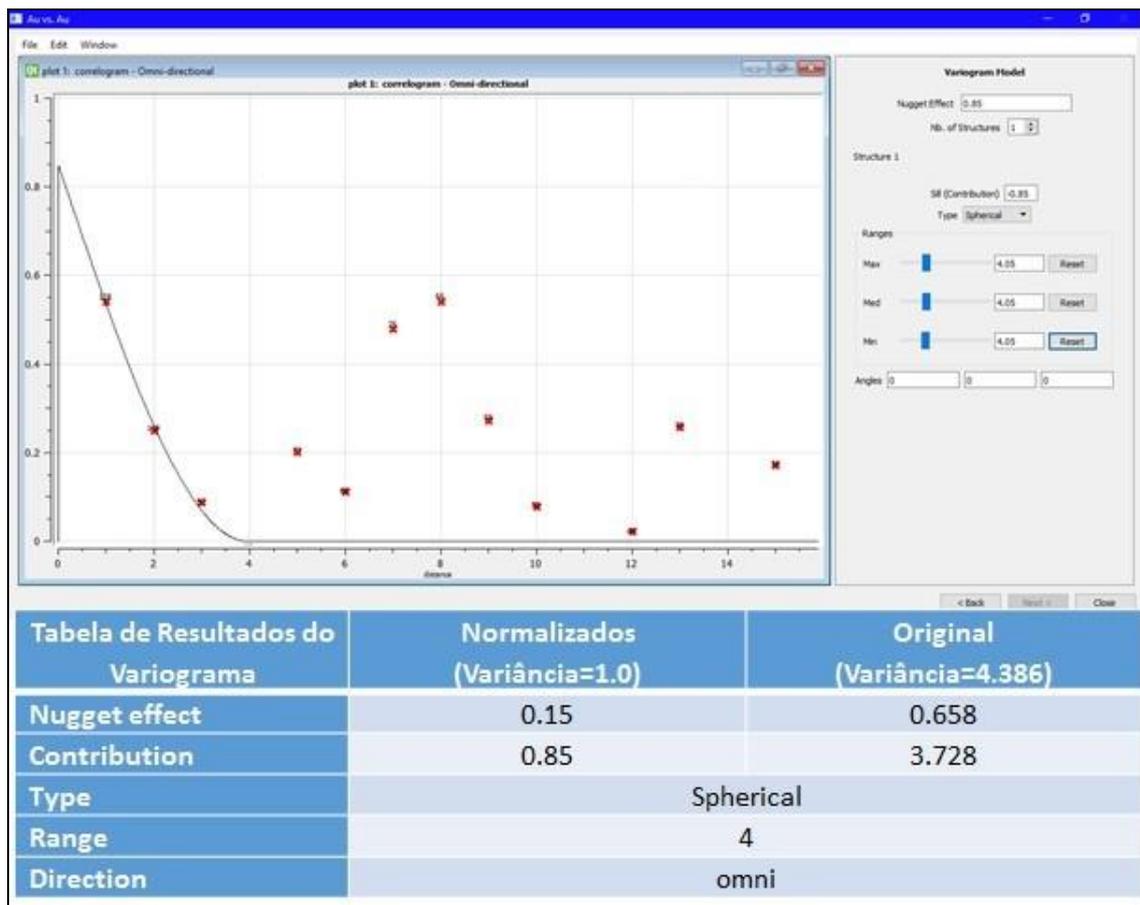


Figura 59. Variograma Au AZI - Dip x AuAZI 0 Dip 50.

8.8 ESTIMATIVA

Para estimativa foi considerado blocos de 12.5 x 12.5 x 5.0.

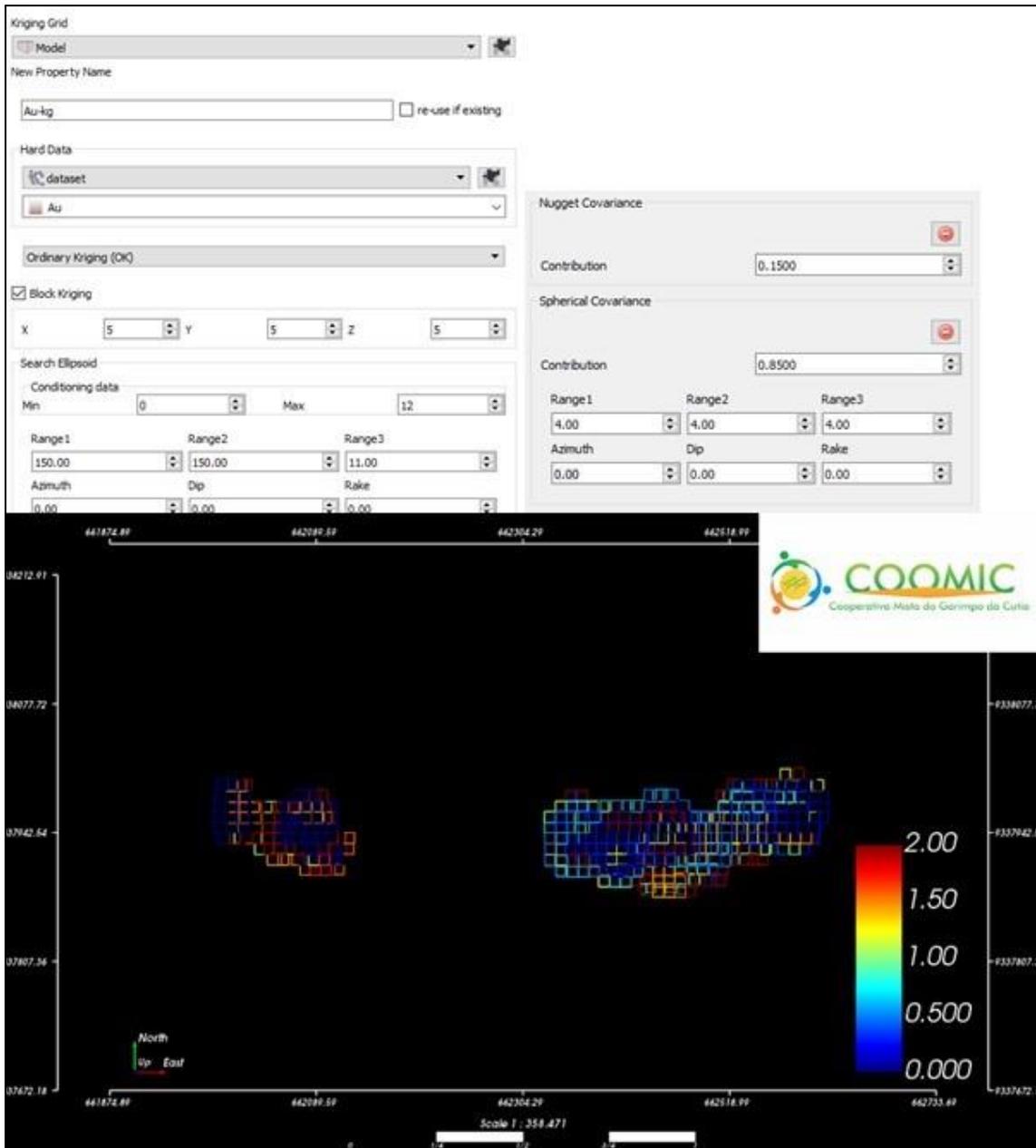


Figura 60. Modelo de Blocos (12.5x12.5x5).

Tabela 16- Informações de orientação do modelo de blocos.

MODELO DE BLOCOS					
Dimensões (m)	Vol. do Bloco (m ³)	Nº de Blocos	Vol. Total (m ³)	Dens. do Bloco (t/m ³)	Massa Total (t)
12,5 X	781,250	4.093	3197656,250	2,634	8422626,563
12,5 Y					
5,0 Z					

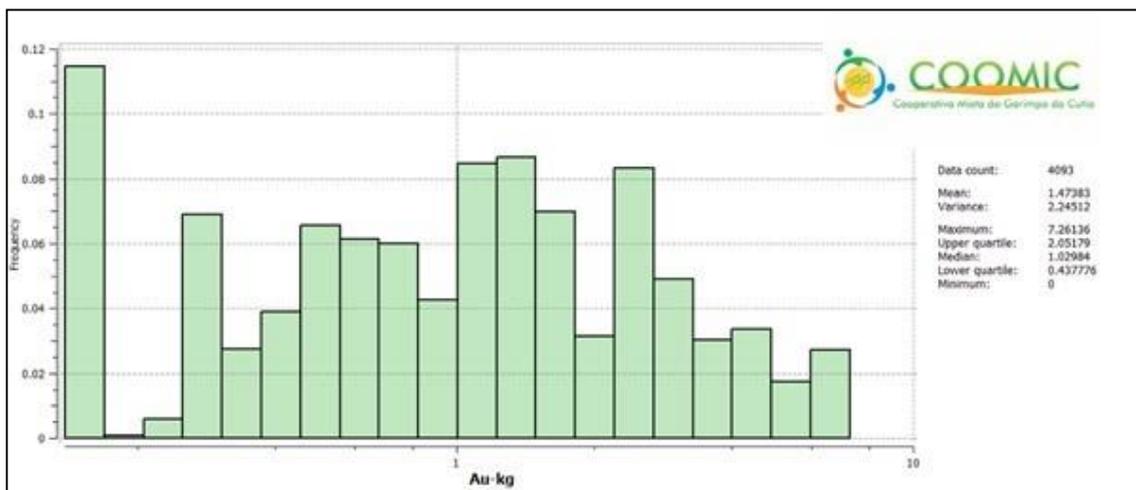


Figura 61. Histograma do Au – Kg.

8.9 VALIDAÇÃO

8.9.1 Global Mean

Essa validação consiste em que o valor da média global tem que ser igual ou muito próximo da média dos dados declusterizados para o modelo ser considerado bom. Nessa análise, também pode-se verificar que a variância do modelo krigado sempre será menor que a variância do banco de dados originais, pois a Krigagem é uma estimativa que acaba suavizando os dados. Outra característica que vale lembrar, é que os dados declusterizados mostram também se os dados originais estavam muito ou pouco agrupados, além de mostrar se o agrupamento estava tendencioso nos altos valores (média declusterizada menor que a média agrupada) ou nos valores baixos (média declusterizada maior que a média agrupada).

Houve uma diferença de 0.15% entre as médias dos valores estimados e os declusterizados, como apresentado abaixo.

Teor médio Au	Dados declusterizados	Krigagem
		1.47163

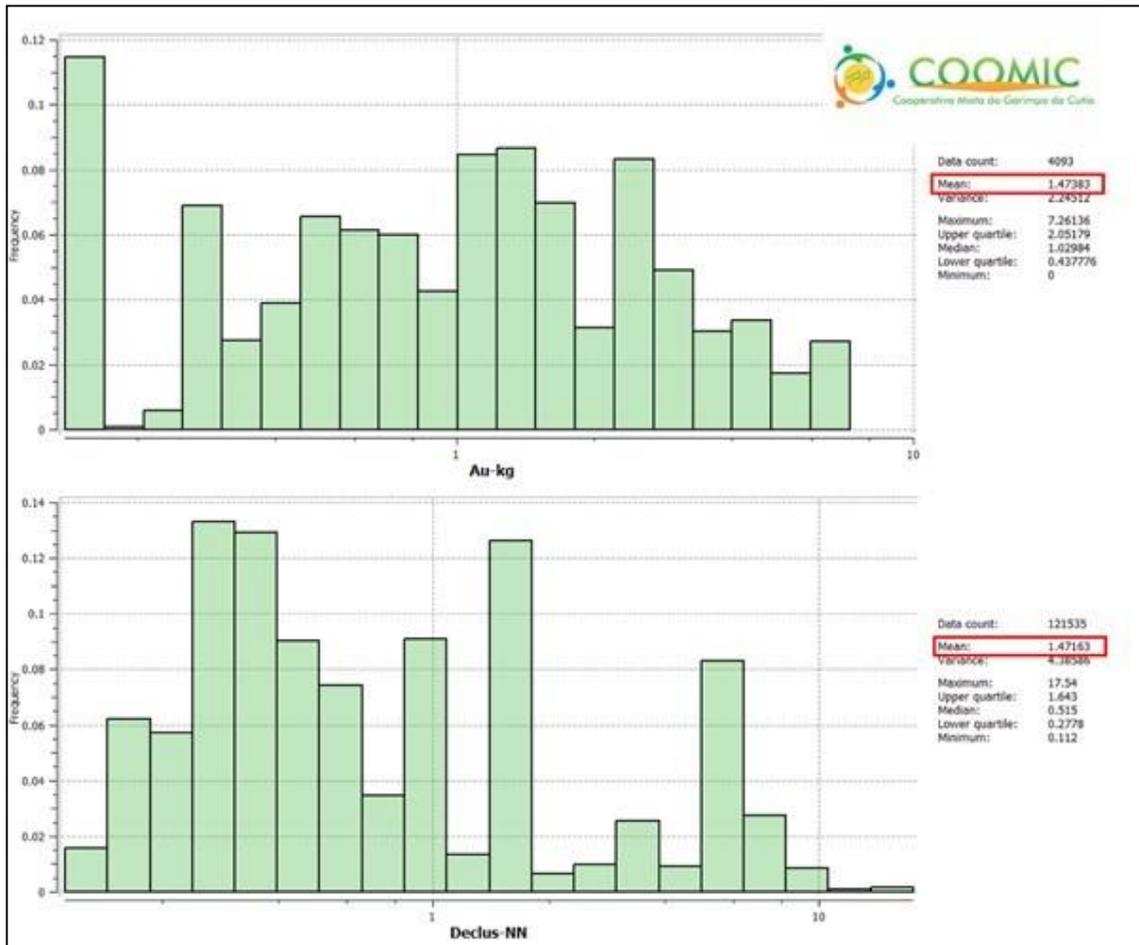


Figura 62. Diferença entre a média dos valores estimados x declusterizados.

8.9.2 Soma dos pesos positivos

A resolução do sistema de Krigagem pode apresentar problemas quanto aos pesos constituintes do sistema, que podem ser negativos, resultando em erros na estimativa.

Os pesos negativos são aceitáveis em estimativas envolvendo alguns tipos de dados, por exemplo, dados topográficos, onde os pesos negativos permitem valores que estão fora do limite dos dados usados para fazer uma estimativa. No entanto, com dados de análise química (teores), em alguns casos eles podem produzir erros enormes de estimativa, particularmente quando poucos dados são envolvidos (SINCLAIR; BLACKWELL, 2004). Estes criam problemas que podem ser ilustrados por vários exemplos simples como se segue:

- Superestimativa de teores em regiões de baixo teor;
- Subestimativa de teores em regiões de alto teor;
- Estimativa de um bloco de alto teor como sendo de baixo teor levando-o a ser considerado estéril.

Desta forma, os pesos negativos podem ser um problema sério na resolução do sistema de Krigagem. No software, esse problema é representado pela ocorrência de valores zero

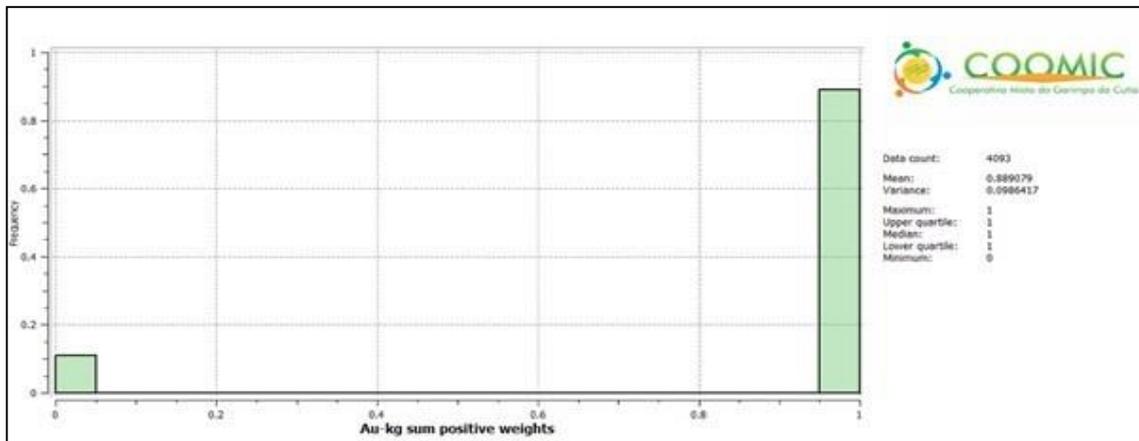


Figura 63. Histograma a soma dos pesos positivos.

8.9.3 Swat plot (análise da deriva)

Nesse método a área amostral é separada em bandas, com comprimento e direção (oes-tes/leste ou sul/norte) definidos pelo usuário, então calcula-se o teor médio para cada banda, utilizando como dados os valores amostrais que estiverem dentro da banda (furos e blocos feitos por Krigagem).

Usamos a análise de deriva para confirmar se a estimativa que fizemos possui uma boa acuracidade. Quanto maior for a semelhança entre a curva baseada nos valores de furo ou dos dados desclusterizados e a curva baseada nos valores de blocos de Krigagem, maior será a nossa acuracidade.



Figura 64. Análise dos modelos de validação (Au-Kg e Declus-NN) em X.

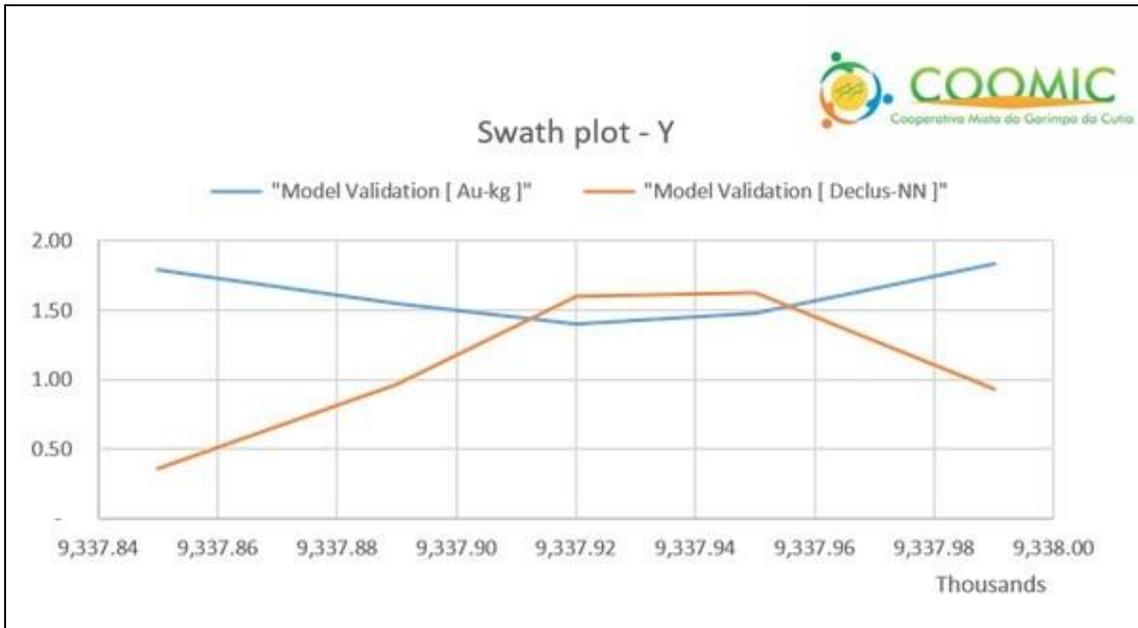


Figura 65. Análise dos modelos de validação (Au-Kg e Declus-NN) em Y.

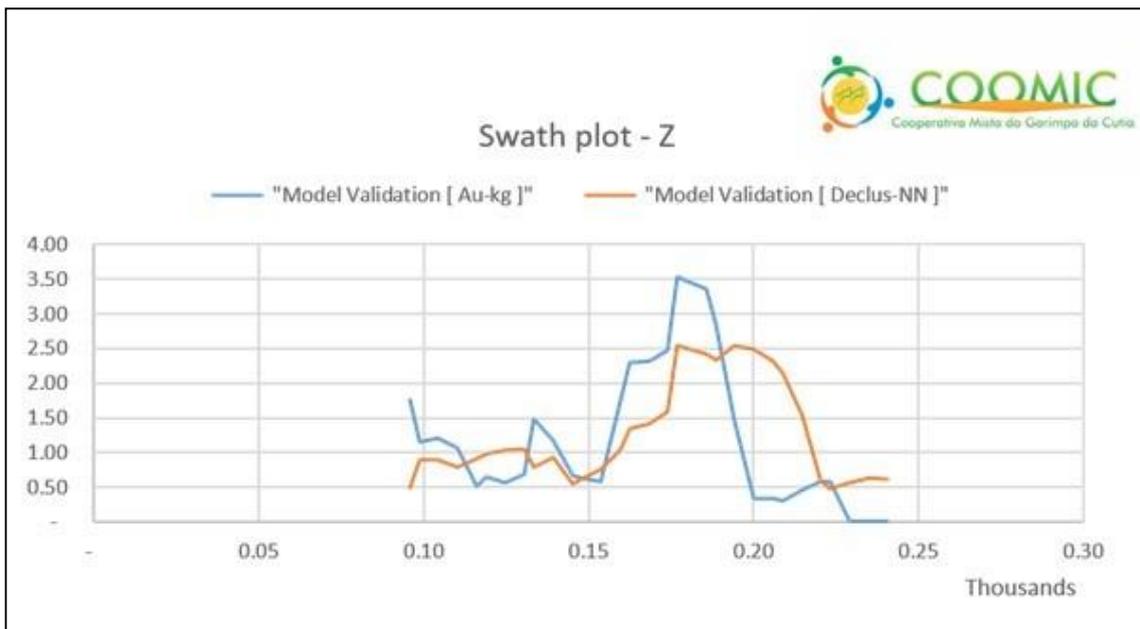


Figura 66. Análise dos modelos de validação (Au-Kg e Declus-NN) em Z.

8.9.4 X-validation (validação cruzada)

Consiste em validar a capacidade do modelo ajustado do semivariograma associado à incerteza do atributo não amostrado. Na validação cruzada supõe-se que um elemento da amostra não tenha sido observado. Para isto, retira-se o valor amostrado e obtém-se a estimativa do mesmo pelo modelo da krigagem, usando os valores dos pontos vizinhos. Este processo é realizado para todos os pontos amostrados. Ao final para cada

ponto existirá o valor verdadeiro e o valor estimado e, conseqüentemente, o erro de estimação.

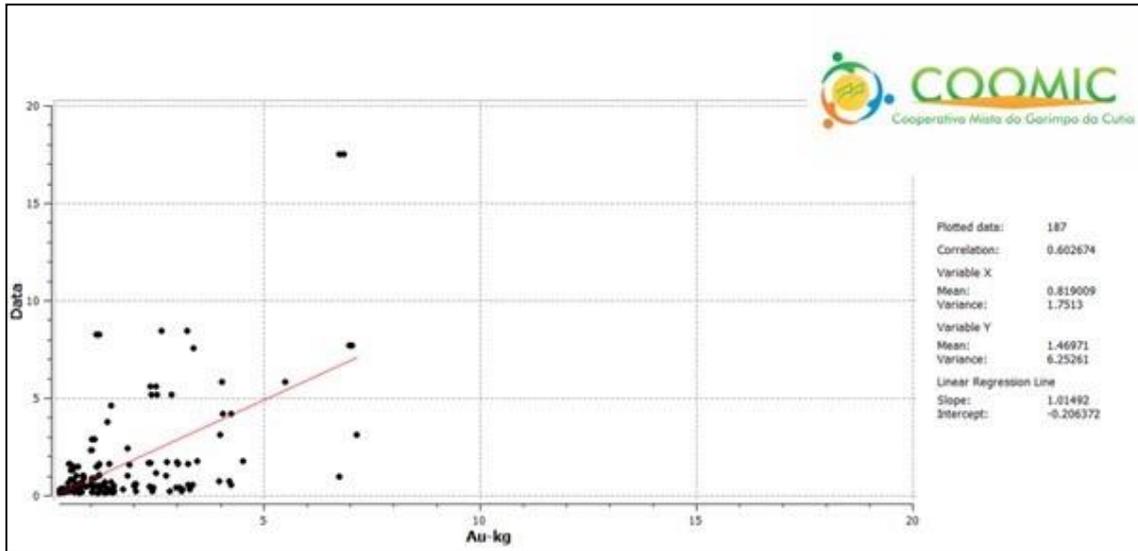


Figura 67. Análise da validação cruzada.

8.9.5 Mudança de Suporte

Essa validação é feita para analisar a suavização da estimativa.

Para isso, calcula-se o ajuste da distribuição dos dados esperada com relação a mudança do suporte, utilizando o método do modelo gaussiano discreto. O programa ajusta a distribuição dependendo da expectativa da mudança do formato da distribuição, valores extremos e o nível de simetria.

```
GAMMABAR Version: 3.000
Which parameter file do you want to use?

size of block =      12.50000      12.50000      5.000000
discretization=           5           5           5
Calculating Measure of Disemination?
NO
nst, c0 =              1  0.6585000

Variogram parameters:
it,cc,ang[1,2,3] =              1  3.731500      0.0000000E+00  0.0000000E+00
0.0000000E+00
a1 a2 a3 =      4.000000      4.000000      4.000000
anis 1 2 =      1.000000      1.000000

X direction size      12.50000      number      5 offset      2.4999998E-04
Y direction size      12.50000      number      5 offset      2.4999998E-04
Z direction size      5.000000      number      5 offset      9.9999997E-05

Average variogram =      4.268435

GAMMABAR Version: 3.000 Finished
```

Equação 5.4.2: Fator f

$f = 1 - \frac{gb}{sill}$	<i>f</i>	Fator f
	<i>gb</i>	Gammabar
	<i>sill</i>	Sill

$$f = 1 - \frac{4.268435}{4.38586} = 0.973$$

```
1 Parameters for HISTSCALE
2 *****
3
4 START OF PARAMETERS:
5 declus.out -input file with data
6 1 5 - columns for variable and weight
7 -1.0 1.0e21 - trimming limits
8 1 -option for computation of variance adjustment factor f
9 0.973 - l-value of variance adjustment factor f
10 16.0 3.2 - I-dispersion variances at point and block supports
11 12.5 12.5 5 - 3-dispersion variances from gammabar: size of block in X, Y, Z directions
12 5 5 5 - discretization of grid in X, Y, Z directions
13 1 0.15 - standardized variogram model: number of structures, nugget effect
14 1 0.85 0 0 0 - type of structure #1, variance contribution, anisotropy angle 1, angle 2, angle 3
15 4 4 4 - semivariogram ranges a_hmax, a_hmin, a_vert
16 0.000001 -DGM: acceptable error for dispersion variance at block support
17 100 - number of Hermite polynomials to use
18 histscale.out -output file for adjusted data
19 summary.out -output file for summary statistics
20
```

Figura 68. Mudança de suporte - Gammabar.

```

HISTSCALE Version: 3.102

Which parameter file do you want to use?

input file with data           = declus.out
  columns for variable and weight = 1 5
  trimming limits              = -1.00 0.100E+22
option for computation of f    = 1
  variance adjustment factor f = 0.310
acceptable error of dispersion variance = 0.100E-05
number of Hermite polynomials = 100
output file for adjusted values = histscale.out
output file for summary statistics = summary.out

SUMMARY OF DATA:

number of data                 = 185
mean, variance and standard deviation = 1.454 6.028 2.455
coefficient of variation (CV)     = 1.689
min and max values              = 0.112 17.540
lower quartile, median, upper quartile = 0.287 0.506 1.473
skewness coefficient            = 3.559

SUMMARY OF AFFINE CORRECTION:

mean, variance and standard deviation = 1.454 1.869 1.367
coefficient of variation (CV)         = 0.940
min and max values                    = 0.711 10.410
lower quartile, median, upper quartile = 0.804 0.926 1.465
skewness coefficient                  = 3.559
computed variance adjustment coeff. f = 0.310

SUMMARY OF INDIRECT LOGNORMAL CORRECTION:

mean, variance and standard deviation = 1.454 1.869 1.367
coefficient of variation (CV)         = 0.940
min and max values                    = 0.426 8.742
lower quartile, median, upper quartile = 0.657 0.901 1.719
skewness coefficient                  = 2.565
computed variance adjustment coeff. f = 0.310

```

Figura 69. Mudança de suporte – Histscale.

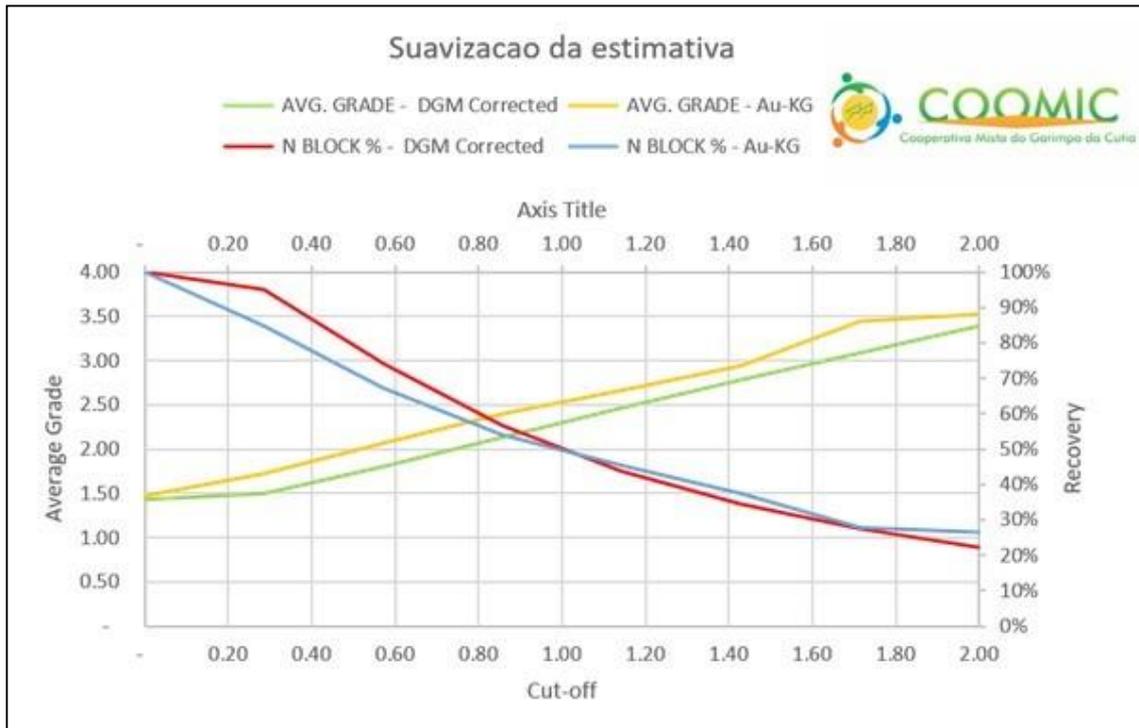


Figura 70. Suavização da estimativa.

8.10 CURVA TEOR TONELADA

A curva de parametrização é fundamental para a caracterização da jazida e, conseqüentemente, do planejamento de lavra, pois tanto para o planejamento de curto, médio ou longo prazo, é de suma importância o conhecimento do teor de corte (cut-off) a ser utilizado, pois irá influenciar no teor médio e no tamanho da jazida a ser minerada na área.

Com o modelo estimado, foi possível criar a curva de parametrização, que é construída a partir de duas curvas, uma representando o teor médio da jazida de acordo com o cut-off selecionado e outra representando o número de blocos recuperados da jazida como minério, mostrados de forma percentual e baseados no tamanho original da jazida, que satisfazem o critério do cut-off.

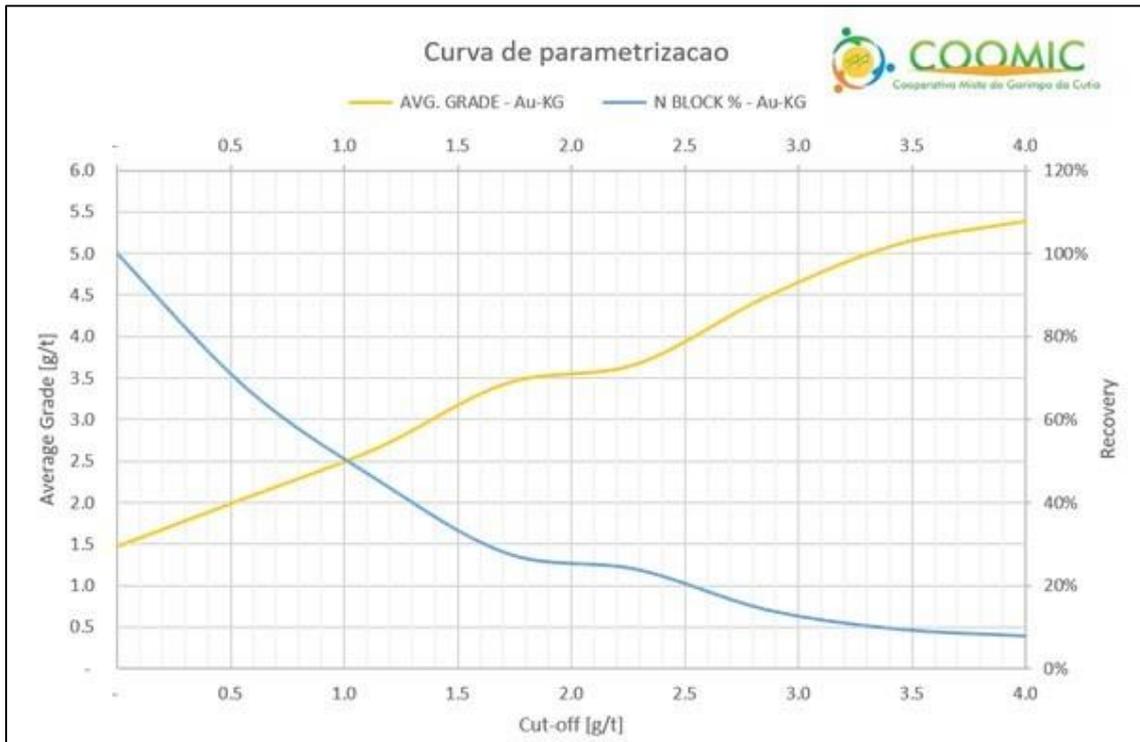


Figura 71. Curva de parametrização do teor de corte (n. média x recuperação).

A recuperação do depósito também foi calculada assumindo a mesma densidade para todos os blocos, sendo usado uma densidade de 2.4 t/m³ para todos os blocos, lembrando que as dimensões dos blocos são de 12,5m x 12,5m x 5m, resultando num volume de 781.25 m³. Por tanto, cada bloco do modelo equivale a 1.875 toneladas.

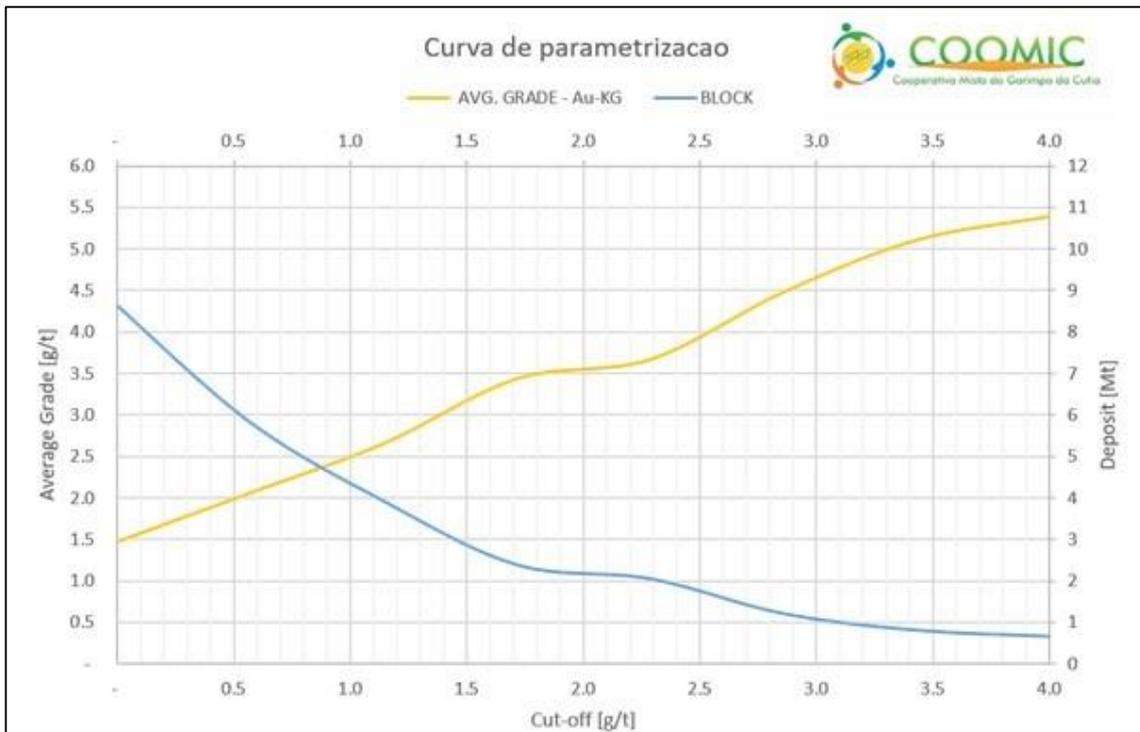


Figura 72. Curva de parametrização do teor de corte (n. média x depósito).

8.11 CONSIDERAÇÕES DA GEOESTATÍSTICA

Antes de se fazer qualquer estudo em um empreendimento mineiro, é importante fazer a validação do banco de dados a ser utilizado de forma a minimizar os erros e não utilizar dados irreais.

A modelagem tridimensional é um dos principais processos hoje utilizados na avaliação de jazidas minerais, sendo utilizado para cálculo de volumes de recursos e reservas em empreendimentos mineiros e pode ser utilizado perfeitamente para o estudo feito com resultados satisfatórios, sendo que, para o depósito de ouro do Morro da Cutia, mostra um pouco de dificuldade em ser modelada e gerada em regiões onde ocorre grande variação dos tipos de variáveis que estão sendo modeladas, diluindo algumas informações e suavizando um pouco os resultados. Uma boa modelagem necessita de muito tempo e envolve um grau maior de dificuldade. O resultado do modelo tridimensional depende diretamente, também, do conhecimento do depósito e da interpretação da pessoa que executa a modelagem.

Os variogramas de variáveis indicatrizes foram suficientes para compreender avariabilidade das variáveis mais importantes e com resultados apropriados para utilização na krigagem de indicatrizes.

A krigagem de indicatrizes apresenta uma alternativa bastante interessante em estudos de avaliação de depósitos. Uma vez encontrado parâmetros adequados para a estimativa, torna-se um método muito rápido de se fazer e ser atualizado quando chegam novas informações adicionais.

Na estimativa de variável contínua, é importante fazer a estimativa utilizando uma série de valores de cortes para melhor avaliação, tornando mais fácil e rápido um novo estudo, caso haja alguma modificação no teor de corte aplicado para o depósito.

Neste trabalho, o resultado da krigagem para o corte de 2,0 g/t apresentou-se muito satisfatório, mostrando que a técnica pode ser aplicada como uma alternativa em relação a modelagem tridimensional tradicional. A maior diferença entre o resultado das duas técnicas, é que a modelagem tridimensional há uma maior continuidade do corpo, devido a interpretação do profissional que executa a modelagem, o que nem sempre ocorre com a krigagem.

Os resultados obtidos pela krigagem para os tipos de alteração também apresentaram resultados satisfatórios, principalmente para uso durante a fase de estudo de viabilidade do empreendimento, mas em outras fases como por exemplo durante a

operação da mina, não substituem totalmente os modelos tridimensionais tradicionais, mas podem ser utilizados conjuntamente.

A krigagem também se mostrou de grande utilidade em situações como no caso estudado, onde foi possível separar as regiões onde predominam as alterações hidrotermais e possuem outros tipos de alteração que se encontram próximas ou em pequenas partes dentro das mesmas. Isso já nem sempre é possível dentro da modelagem tridimensional se o modelo não for gerado para todos os tipos de alteração.

É importante se realizar um maior detalhamento dos furos de sondagem de forma a que todos os furos interceptem as regiões de maior teor de ouro como forma de melhorar o resultado do modelo e se obter resultados mais precisos e confiáveis. Um adensamento na malha de sondagem também seria importante de forma a melhorar a estimativa e facilitar a interpretação durante o modelamento tridimensional.

O modelo de blocos gerado foi considerado aplicável para as posteriores fases de estimativa de teores.

Notou-se também que o resultado da krigagem pode ser utilizado como um auxílio para uma posterior modelagem tridimensional, ajudando na análise de algumas regiões com pouca informação. Desta forma pode-se concluir que a krigagem aliada a um modelo tridimensional e com conhecimento geológico da área, podem levar a resultados com menos incerteza quando utilizado apenas um dos métodos de determinação.