

MÉTODOS DE PROSPECCIÓN GEOFÍSICA APLICADOS EN LA ZONA AURÍFERA DE CHEGA TUDO, REGIÓN DEL GURUPI, MARANHÃO*

MOISÉS ORTEGA GONZALEZ**

ABSTRACT This paper deals with a geophysical prospecting work carried out in the gold mineralization zone of Chega Tudo, which is located in a NW-SE trending structure between the Maracaçumé and Piriá rivers (Gurupi region, Pará-Maranhão border). The magnetic (total field) method was applied over a 22 km² area at a reconnaissance level within which a 3,5 km² area was chosen for a detailed electroresistivity survey (Schlumberger and Wenner arrays). A close correlation was found to exist between the mineralization zone and both the magnetic and electroresistivity anomalies that were detected. These anomalies were then quantitatively interpreted by computer techniques simulating models compatible with the field data. The results show that these geophysical methods can successfully indicate the favorability for gold mineralization in the Chega Tudo prospect as well as in other areas of similar geological characteristics. Operation costs could be greatly reduced were the drilling program in Chega Tudo preceded by a proper geophysical survey.

RESUMO Este trabalho trata de uma campanha de prospecção geofísica realizada na zona aurífera de Chega Tudo, que está localizada em uma estrutura linear de orientação NW-SE, entre os rios Maracaçumé (Maranhão) e Piriá (Pará), na região do Gurupi. O método magnético (campo total) foi aplicado, a nível de reconhecimento, em uma área de 22 km², dentro da qual foi selecionada uma pequena área de 3,5 km² para um levantamento detalhado pelo método eletro-resistivo (arranjos de Schlumberger e Wenner). Determinou-se uma íntima correlação entre a zona mineralizada e as anomalias magnéticas e eletro-resistivas que foram detectadas. A essas anomalias foi dado um tratamento quantitativo através de técnicas computacionais, simulando modelos compatíveis com os dados observados no campo. Os resultados mostram que esses métodos geofísicos podem indicar, com sucesso, outros locais favoráveis à mineralização de ouro em Chega Tudo, bem como em outras áreas de características geológicas semelhantes. Além disso, indicam que os riscos de investimentos podiam ter sido minimizados em Chega Tudo caso o programa de sondagens tivesse sido precedido por um levantamento geofísico apropriado.

INTRODUCCIÓN El presente trabajo fue realizado en el área denominada Chega Tudo, Vila Tamararé, localizada en la margen derecha del Río Gurupí, en el Estado do Maranhão, Brasil, entre los paralelos de 2°12' y 2°20' sur y los meridianos de 46°14' y 46°22' oeste (Fig. 1). En esta área se destaca una faja estructural rectilínea de dirección N140°Az, la cual corresponde a una extensa zona de falla fácilmente identificada en imágenes de radar.

En 1979, la Compañía Mineración Arapiranga Ltda. inició una serie de perforaciones en el área, visando definir la distribución espacial de venas de cuarzo auríferos que acompañan concordantemente a una secuencia de rocas esquistosas. Para orientar mejor los trabajos, la Compañía propuso al Núcleo de Ciencias Geofísicas y Geológicas de la Universidad Federal de Pará, iniciar un trabajo de prospección geofísica con la finalidad de: a) determinar y localizar las principales estructuras geológicas y geoelectricas asociadas a las zonas mineralizadas de importancia económica; b) localizar posibles contactos litológicos; c) seleccionar, entre los métodos geofísicos empleados, el de mayor eficiencia en la localización indirecta de venas de cuarzo en subsuperficie, potencialmente auríferas.

En base a las informaciones de geología regional y local, fueron escogidos cuatro métodos geofísicos. Los trabajos de reconocimiento fueron realizados en una malla a 22 km² (Área-R), donde se aplicaron magnetometría y cintilometría. Finalmente, fue escogida dentro del Área-R una malla

de detalle, denominada Área-D, de 3,50 km², donde fueron aplicados los métodos electroresistivo Schlumberger y Wenner (Fig. 2).

GEOLOGIA DEL ÁREA DE TRABAJO El área de estudio abarca una faja lineal NW-SE, que bordea el SE de la región cratónica de São Luís, donde se desarrolló una extensa zona de falla, que aparentemente se extiende desde Montes Áureos, en el Estado de Maranhão, hasta el Río Piriá, en Pará (Fig. 1).

El zócolo o basamento de la región esta representada por la unidad estratigráfica, de probable edad arqueana, denominada *Asociación Metamórfica Maracaçumé*, compuesta por gneiss y migmatitas, de composición que varía de granítica a tonalítica, y por anfibolitas. Sobre el basamento se encuentra la secuencia vulcano-sedimentaria Chega Tudo, compuesta por una variedad de equistos de bajo grado metamórfico de edad estimada entre el Proterozoico Inferior y Medio (Villas & Dias 1983). Estas rocas poseen una foliación bien marcante con características cataclásticas como resultado de los esfuerzos tectónicos a que fueron sometidas. Concordantemente con las equistosidades de esas rocas, existen venas de cuarzo las cuales están asociadas con oro. Superpuesta a las rocas de la secuencia Chega Tudo existe una cobertura de composición cuarzo-feldspática similarmente cataclásada, preservando algunas estruc-

* Investigación Financiada por el CPNq (Processo nº 40.2854/80).

** Escuela de Física, Universidad Nacional de Panamá, Panamá, Panamá.

turas sedimentarias primarias tipo estratificación cruzada, bien delineadas por la disposición de los granos de magnetita. Esta cobertura corresponde probablemente a la arenisca inmadura de la *Formación Igarapé de Areia* definida para la región del Gurupí (Abreu *et al.* 1980).

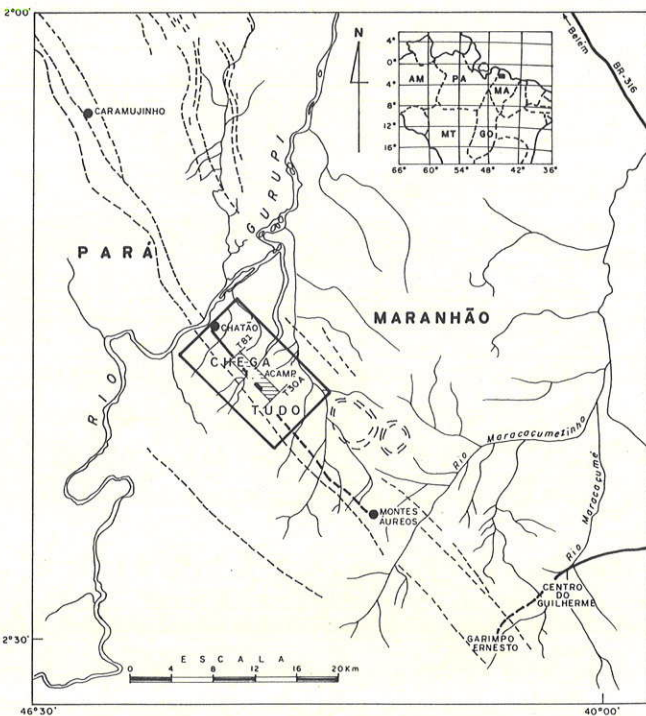


Figura 1 – Mapa de localización del área de trabajo.

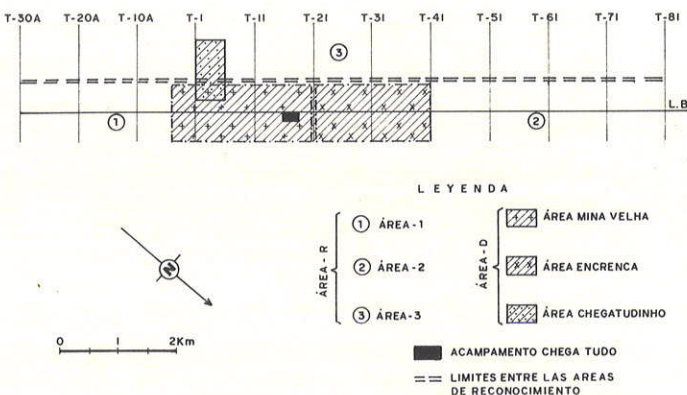


Figura 2 – Áreas prospectadas a niveles de reconocimiento (Área-R) y de detalle (Área-D), Chega Tudo, Maranhão

METODO MAGNÉTICO (RECONOCIMIENTO) En base a algunas informaciones geológicas del área, fue escogido el método magnético para iniciar los trabajos geofísicos de reconocimiento, por ser este un método rápido, simple y económico. El objetivo de estos trabajos fue correlacionar las anomalías magnéticas con las posibles zonas mineraliza-

das, analizarlas y tentar cuantificar el cuerpo magnético en subsuperficie.

El trabajo de campo fue realizado con un magnetómetro de precesión de protones GP-70. La línea base, de dirección 140°Az, es cortada perpendicularmente por 12 líneas transversales de 2 km de largura, separadas de 1 km y numeradas de T-30A hasta T-18. Para facilitar el estudio, el área fue subdividida en Área-1, Área-2 y Área-3 (Fig. 2).

Con los datos obtenidos en el magnetómetro base, fueron realizados 12 perfiles para utilización en la corrección diurna de los datos obtenidos en las estaciones de medidas. El valor regional medio (*background*) del área fue igual a 27 740 gammas. En base a los perfiles magnéticos trazados (Fig. 3) fue elaborado un mapa isogámico (Fig. 4) del Área-R.

Del análisis cualitativo del mapa isogámico y de los perfiles magnéticos individuales, pueden observarse claramente las siguientes características:

- la anomalía magnética principal del Área-R, denominada A1 y orientada aproximadamente en la dirección 140° Az, acompaña a la línea base, la cual a su vez corre sobre el llamado filón principal (Fig. 2 y Fig. 3);
- la anomalía magnética principal se estrecha y disminuye en amplitud en los extremos noroeste y sureste, presentando además discontinuidad entre las líneas T-20A y T-30A;
- existen dos anomalías menores y paralelas a la anterior denominadas A2 y A3, como también varias anomalías locales de poco interés.

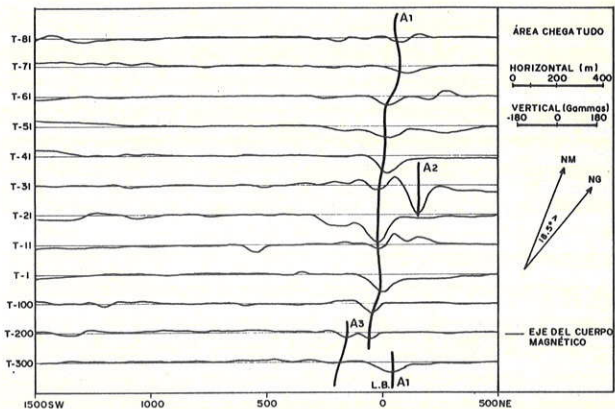


Figura 3 – Perfiles magnéticos (campo total) de las líneas transversales, Chega Tudo, Maranhão

Con estas informaciones se concluyó que solamente la anomalía principal (A1) justificaba un análisis cuantitativo dentro del área, visto que su forma alargada es la única que podría ser correlacionada con la posible existencia de venas de cuarzo.

La interpretación cuantitativa fue realizada utilizándose un programa, desarrollado para la máquina HP-9845. Dicho programa emplea la teoría del campo magnético total sobre un prisma inclinado de dos dimensiones (Telford *et al.* 1976, Won 1981), donde el campo magnético local (Fo), la inclinación magnética (Io) y el ángulo antihorario entre el trazo del prisma (*strike*) con el norte magnético (Bo) son valores constantes y cuyos parámetros son: buzamiento del prisma (Á), espesor (b), susceptibilidad magnética volúme-

trica (k), distancia del origen de cálculo al centro del prisma (H1) y distancia de la línea base al centro del prisma (X1). A través del programa fueron calculadas curvas teóricas, en un proceso iterativo visual, hasta el mejor ajuste con las curvas de campo T-71, T-41 y T-30A.

Mineración Arapiranga Ltda., a través de perforaciones y pozos escavados en la área piloto, llevaron a la conclusión que la región con mayor potencialidad mineral a ser explotada (concentración de oro), tanto en la roca madre (filón) como en los co-aluviones, se localiza a lo largo de la estruc-

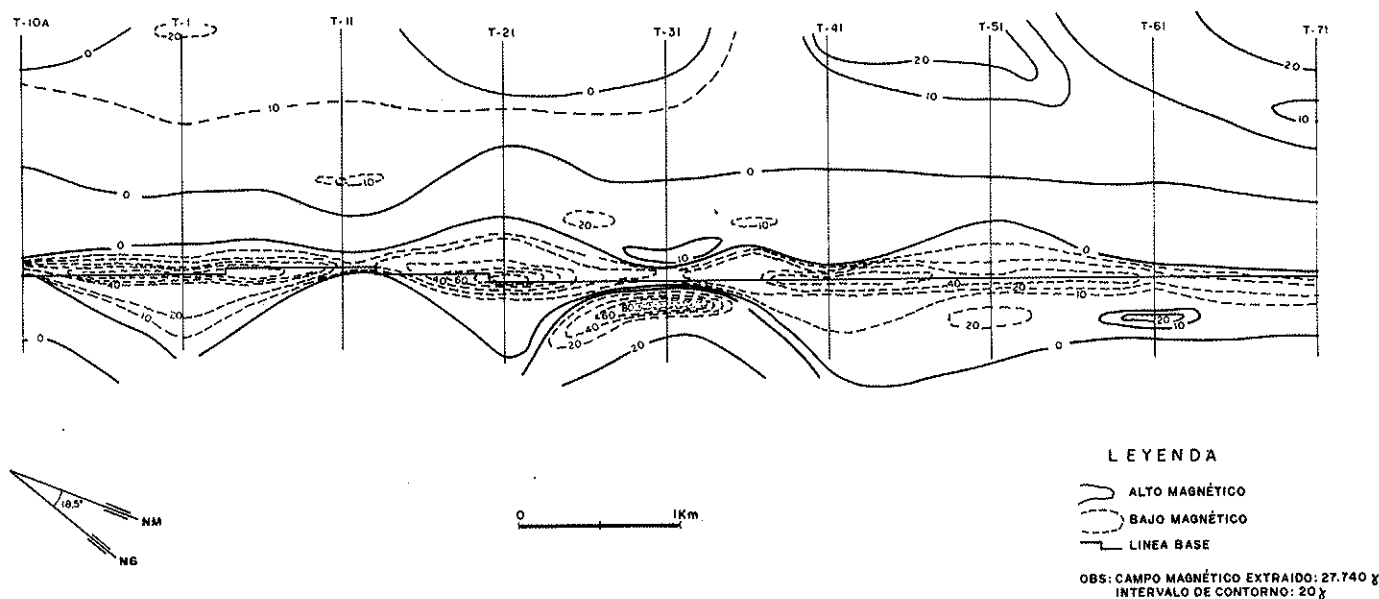


Figura 4 – Mapa magnético del Área-R, Chega Tudo, Maranhão

Considerándose que la aplicación de este programa es un proceso iterativo por tentativas, es necesario el conocimiento a priori de los parámetros iniciales del proceso para garantizar así, una convergencia rápida y resultados precisos. Los parámetros iniciales (Tab. 1), a excepción de la susceptibilidad, fueron calculados aplicándose el método de Koulomzine (Koulomzine et al. 1970). El valor inicial de la susceptibilidad fue obtenido a partir del valor promedio de medidas sobre diez muestras utilizando el aparato SM-5 Digital Magnetic Susceptibility Meter-Scintrex.

Los resultados de la interpretación sobre los cuatro perfiles (T-71, T-41, T-1 y T-30A) están resumidos en la Tabla 2. La Figura 5 es un ejemplo del buen ajuste entre las curvas calculadas con las obtenidas en el campo.

Tabla 2 – Parámetros magnéticos finales obtenidos a través de programa de computador, Chega Tudo, Maranhão

Linha	Prof. (m)	Espesor (m)	Buzamiento	Suceptibilidad ($GO^{-1} \times 10^3$)	Posición Horizontal del centro en relación a L. B. (m)
T-71	48	28	60°	8,0	75 NE
T-41	48	65	70°	8,2	L.B.
T-1	50	80	68°	8,0	12,5 SW
T-30A	50	40	69°	8,0	20 NE

Tabla 1 – Parámetros magnéticos iniciales obtenidos con el método de Koulomzine et al. (1970), Chega Tudo, Maranhão

Perfil	Ψ	ξ	Prof. (m)	Espesor (m)	Buzamiento	Suceptibilidad ($GO^{-1} \times 10^3$)
T-71	$0,95 \sqrt{3}$	0,08	49	60	70°	9,0
T-41	1,38	0,11	40	75	77°	9,0
T-01	1,58	0,11	40	63	78°	9,0
T-30A	$1,15 \sqrt{3}$	0,12	75°	9,0

DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS DEL MÉTODO MAGNÉTICO

En este trabajo, el método magnético se presentó muy eficaz para la prospección de zonas mineralizadas. Las informaciones obtenidas por la Compañía

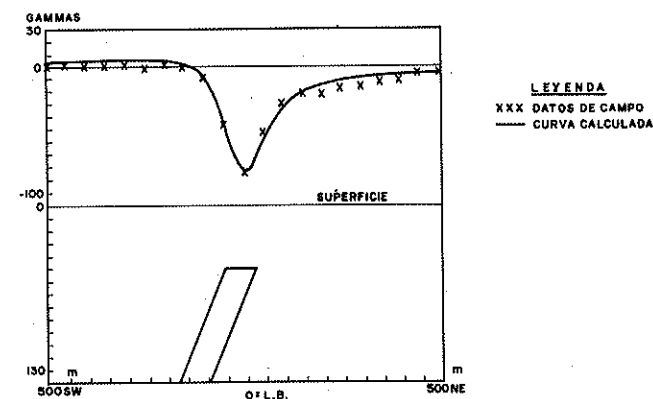


Figura 5 – Interpretación magnética del perfil 1, Chega Tudo, Maranhão

tura del filón principal. Así, la coincidencia entre la localización del área mineralizada con la anomalía magnética principal (A1), indica una correlación entre las venas aurí-

feras de cuarzo y material magnético, en el caso, magnetita, constatada en las perforaciones del área. Esto, lógicamente, puede ser utilizado con provecho en futuros trabajos dentro de la zona de falla.

En la interpretación cuantitativa de los perfiles se concluyó que el cuerpo magnético correspondiente a la anomalía principal tiene mayor espesor en el centro del área, alrededor de 80 m, disminuyendo para los extremos noroeste y sudeste para 30 m a 40 m, respectivamente. La profundidad del topo a lo largo del filón es aproximadamente constante, con un valor promedio de 49 m. El buzamiento promedio calculado es S67°W. La determinación del sentido sudoeste en el buzamiento constituye un resultado importante, ya que éste es indeterminado a través de perforaciones de sonda rotativa, pudiendo ser empleado en la programación de futuros trabajos.

La Figura 6 contiene los resultados de concentración de oro (g/m^3) colectado en lavado de cascajo entre las líneas T-21 hasta T-1 (área piloto), a lo largo de la estructura del filón principal.

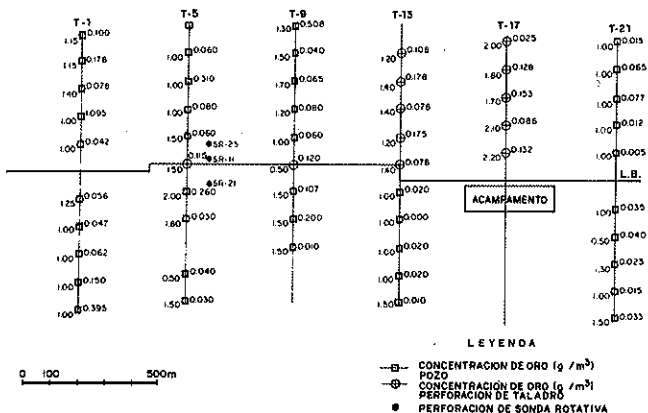


Figura 6 – Malla de colecta de muestras de suelo para análisis de oro en el Área Piloto (Mina Velha), Chega Tudo, Maranhão. Los números alrededor de cada pozo o perforación se refieren a la concentración de oro en g/m^3 (derecha) y la profundidad en m (izquierda)

En la Figura 7 son presentadas tres perforaciones de sonda rotativa (SR-11, SR-21 y SR-23) localizadas en el área piloto entre las líneas T-5 y T-6 (Fig. 6), el primero con 160 m de profundidad e inclinación de 80°NE, y los otros dos con 200 m de profundidad e inclinaciones de 60°SW y 60°NE, respectivamente. Considerándose la localización y las informaciones obtenidas en estas perforaciones, se puede verificar que existe una coherencia con los parámetros magnéticos interpretados (Tab. 1).

MÉTODO ELECTRORESISTIVO (DETALLE) El método electroresistivo fue escogido con el objetivo de correlacionar las anomalías eléctricas con las posibles zonas mineralizadas y describir geoelectricamente tanto la roca encajante como la cobertura superior de las estructuras filonares, estando éstas asociadas o no a las anomalías magnéticas. Para detectar variaciones en profundidad de resistividad, fueron efectuados sondeos eléctricos Schlumberger, en tanto que para determinar variaciones laterales, fueron realizados calicatas eléctricas Wenner.

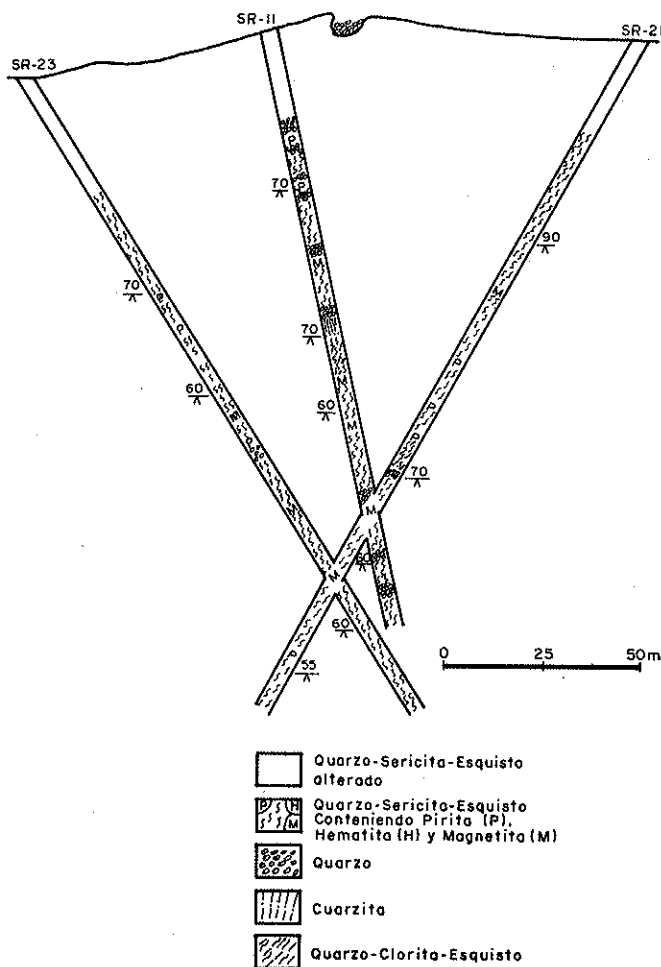


Figura 7 – Descripción de tres perforaciones (SR-11, SR-21 y SR-23) realizadas en el área Mina Velha, Chega Tudo, Maranhão

En los trabajos electroresistivos fueron utilizados dos aparatos de corriente continua: el GGA-30 de la Bodenseewerke, empleado en los sondeos eléctricos Schlumberger y el ER-300-MULTITROM usado en las calicatas eléctricas Wenner.

Inicialmente, dentro del Área-R, fue definida otra de detalle, denominada Área-D, de 3,50 km^2 , compuesta de 21 líneas transversales de dirección 50°Az, la cual, para objeto de estudio fue subdividida en las áreas Mina Velha, Encrenca y Cheгатudinho (Fig. 2). El área-D cubre el área piloto seleccionada por la Compañía, de T-1 hasta T-41, con 4 km^2 .

Para determinarse la variación de la resistividad con la profundidad en la roca encajante de las estructuras filonares, se realizaron 11 sondeos Schlumberger, con la separación máxima entre los electrodos de corriente de 80 m a 100 m. A estos sondeos se les denominaron Tipo-A, cuyo punto de sondeo estaba aproximadamente a 200 m de dichas estructuras. También fueron efectuados diez sondeos sobre las estructuras filonares con una separación máxima entre los electrodos de corriente de 20 m, siendo denominadas Tipo-B. Todo el trabajo fue realizado a lo largo de las líneas transversales, o sea, en dirección 50°Az.

Para investigarse la variación lateral de la resistividad en el Área-D, fueron efectuados un total de nueve perfiles Wenner de dirección 50°Az, siendo tres en el área Mina Velha (T-2A, T-3 y T-7), cuatro en el área Encrenca (T-23, T-31, T-33 y T-36) y tres en Chegatudinho (T-1, T-3 y T-5), con un total de 5,65 km lineales de trabajo (Fig. 2). Tanto la separación entre las estaciones de medidas como la distancia entre cada par de electrodos consecutivo fue de 25 m.

Fue posible constatar que los sondeos tipo A del área del filón principal corresponden a curvas tipo K-Q-H, con cinco capas, en el caso horizontes, una vez que la estratificación presente no es producto de una secuencia sedimentaria y si de diferentes grados de alteración de los esquistos. Con ayuda de los pozos escavados y las descripciones de las perforaciones se determinó que el material y espesor promedio de estos horizontes son: a) suelo orgánico (0,5 m); b) fino nivel de cascajo, compuesto de pedazos de rocas con diámetro medio de 4 cm y arena gruesa (0,2 m); c) roca bien alterada (cuartzo-sericita-esquisto), constituida en la parte superior por material areno-arcilloso (7,3 m) y en la parte inferior por material arcilla-arenosa (9 m); y d) roca poco alterada a no alterada compuesta por cuartzo-sericita-esquisto (6 m).

Tabla 3 – Resultados de los sondeos Schlumberger Tipo-A, Área-D, Chega Tudo, Maranhão

	Linea	Número de sondeo	Resistividad longitudinal (Ω.m)	Resistividad transversal (Ω.m)	Resistividad media (Ω.m)	Constante de anisotropía (Ω.m)
Área Encrenca	T-38	A1	37,34	85,37	53,46	1,51
Área Mina Velha	T-9	A5	41,34	135,57	74,86	1,80
	T-5	A4	59,20	155,61	95,98	1,62

Los valores finales de la resistividad longitudinal, resistividad transversal media y constante de anisotropía del modelo correspondiente a cada perfil, están resumidos en la Tabla 3. La Figura 8 ilustra la interpretación del SA5. De estos resultados se pudo concluir que:

- el valor promedio de la resistividad y espesor de los diferentes horizontes en el área del filón principal son:

Horizonte	Resistividad (Ωm)	Espesor (m)
suelo	212	0,67
cascajo	3100	0,37
arena-arcillosa	110	7,00
arcilla-arenosa	30	9,00
cuartzo-sericita-xisto	1500	

- considerándose que los horizontes del suelo y cascajo tienen espesores bastante menores en comparación con los de arena-arcilla y arcilla-arenosa, los cuales, a su vez, poseen espesores y resistividades comparables entre si, la constante de anisotropía promedio fue baja y próxima a la unidad ($\lambda=1,7$). Con esto se pudo concluir que la sección geoelectrica sobre la roca poco o no alterada se

comporta aproximadamente como un medio homogéneo (Keller & Frischknecht 1966). Este resultado fue importante para el análisis de las calicatas eléctricas.

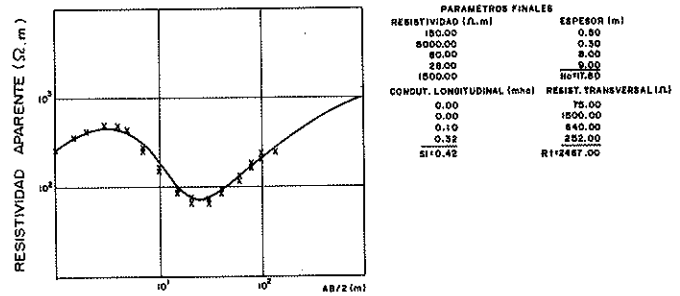


Figura 8 – Resultados de sondeo SA5; Chega Tudo, Maranhão (interpretación magnética del perfil 1)

Los sondeos Tipo-B, que fueron localizados en el centro de las estructuras filonares, fueron afectados por los contactos litológicos en ambos lados. Entre tanto, fue posible encontrar dos buenos afloramientos suficientemente extensos en las líneas T-5 y T-21 sobre el filón principal (Fig. 2). Las medidas corresponden a los sondeos SB2 y SB8, cuya resistividad media fue 2 000 m.

Los objetivos del análisis de la calicatas eléctricas fueron correlacionar las anomalías con las zonas mineralizadas y tentar posicionar y cuantificar, dentro de la estructura filonar, los cuerpos resistivos.

Analizándose los perfiles Wenner en las áreas Mina Velha y Encrenca, se observó claramente la existencia de una anomalía de resistividad alta acompañando la línea base, o sea, la estructura del filón principal, denominada B1 (Fig. 9). Esta anomalía presenta discontinuidades en la línea T-4A, pudiendo indicar posibles movimientos laterales en dicha estructura. Otra característica importante observada es el gran rango de variación de la resistividad calculada o *bulk resistivity*, registrándose valores altos del orden de 4 900 Ωm en la T-1 y T-38. Esto indica que la densidad de venas de cuarzo o la presencia de agua en las fisuras a lo largo del filón principal no está uniformemente distribuida. Los valores mas altos de resistividad se concentran entre las líneas T-7 a T-36. La disminución de la resistividad entre las líneas T-2A a T-38 (Fig. 9) puede ser explicada como siendo producto de la mayor concentración de agua, debido al drenaje de los ríos Guarimanzal y Macacos, de régimen perenne, ya que estando la estructura localizada en una área topográficamente mas baja, su resistividad se ve afectada por la mayor filtración de agua. En el área Encrenca también existe otra anomalía, menor y paralela a la anterior, entre las líneas T-21 y T-38, denominada B2, la cual acompaña a la estructura filonar localizada aproximadamente a 150 m al noreste de la línea base.

Los trabajos realizados en área Chegatudinho detectaron cuatro anomalías electroresistivas, denominadas C1, C2, C3 y C4, las cuales acompañan las estructuras filonares localizadas a 800 m, 925 m, 1 000 m y 1 500 m al sudoeste de la línea base. Entretanto las resistividades calculadas sobre estas estructuras fueron mucho menores que aquellas calculadas sobre el filón principal pudiendo indicar una disminución en la densidad de venas de cuarzo.

Fue posible considerar la profundidad de investigación del método Wenner como 0,1L, donde L es la distancia en-

tre los electrodos extremos del arreglo. Como el valor de L en las calicatas eléctricas fue de 75 m, la profundidad máxima de investigación alcanzada fue 7,5 m.

Fueron interpretadas tres calicatas eléctricas de la anomalía B1 (área Mina Velha y Encrenca), correspondientes a las líneas T-7, T-23 y T-36 (Fig. 9), con los siguientes parámetros iniciales: espesor, 75 m; resistividad de la estructura filonar, 3 500 Ωm; y resistividad de la roca encajante, 140 Ωm.

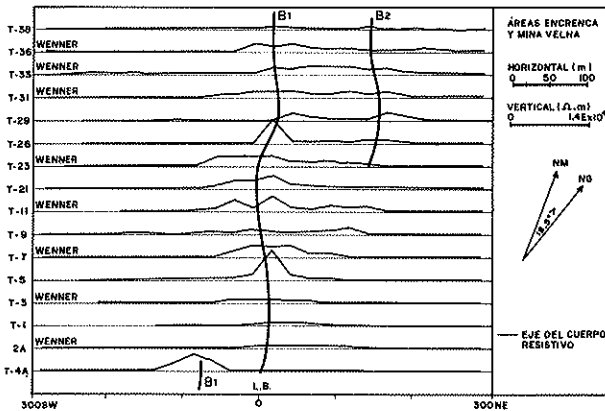


Figura 9 – Calicatas eléctricas Wenner (áreas 1 y 2), Chega Tudo, Maranhão

Los parámetros finales de la interpretación de las calicatas están resumidos en la Tabla 4. La Figura 10 muestra una de las calicatas interpretadas.

DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS DEL MÉTODO ELECTRORESISTIVO

De las observaciones de campo y perforaciones se concluyó que las anomalías electroresistivas fueron producidas principalmente por la presencia de venas de cuarzo a lo largo de los planos de la zona de falla.

De los resultados anteriores (Tab. 4) fue verificado que la mayor anomalía geoelectrica (B1) también esta correla-

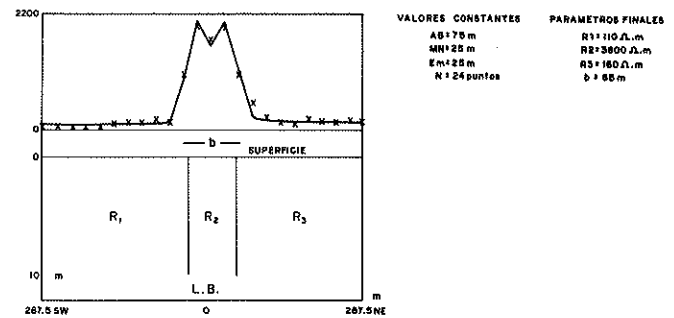


Figura 10 – Resultados de la calicata eléctrica Wenner sobre la línea transversal 7, área Mina Velha, Chega Tudo, Maranhão (interpretación magnética del perfil I)

cionada con la región mineralizada, localizada a lo largo de la estructura del filón principal. El cuerpo resistivo en esta área corresponde a una estructura prismática vertical aflorante, con un espesor y resistividad promedio de 70 m y 3 900 Ωm, respectivamente, encajado en una roca con resistividad promedio de 150 Ωm. Estos resultados deben considerarse aproximados, ya que el modelo considera un prisma bidimensional con resistividad constante en profundidad, lo cual no concuerda con los resultados obtenidos del método magnético, donde a partir de 49 m, ésta se ve disminuida por la presencia de magnetita en la roca. Considerándose la profundidad de investigación de los métodos eléctricos (7,5 m) y los resultados obtenidos anteriormente, se concluyó que la estructura del filón principal tiene una resistividad mucho mayor que la correspondiente roca encajante (roca alterada con predominancia de material areno-arcilloso), indicando con esto una concentración de cuarzo en la parte superior de dicha estructura, por lo menos hasta aproximadamente 10 m. La existencia de venas de cuarzo en la parte superior de la estructura del filón principal pudo ser verificada en las perforaciones y en los varios afloramientos del área.

En la interpretación de la anomalía del área Chegatudinho, se concluyó que el cuerpo resistivo también corresponde a una estructura prismática vertical aflorante, de espesor y resistividad promedio de 88 m y 723 Ωm, respecti-

Tabla 4 – Resultados finales obtenidos a través de programa de computador para interpretación de datos electroresistivos, Área D, Chega Tudo, Maranhão

Linea	Tipo de Arreglo	Resistividad del filón (Ω.m)	Resistividad (Roca Encajante)		Espesor (m)	Posición Horizontal del Centro em Relación a L. B. (m)
			Izquierda (Ω.m)	Derecha (Ω.m)		
Área Encrenca	T-36	3500	80	300	52,0	50,0 NE
	T-23	3700	90	180	71,3	25,0 SW
Área Mina Velha	T-7	3600	110	160	85,0	15,0 NE
Área Chegatudinho	T-3	745	90	100	121,5	1162,5 SW

vamente, encajado en una roca alterada (arena-arcillosa) de resistividad media de $90 \Omega\text{m}$. La causa de la menor resistividad obtenida en estas áreas sobre las estructuras filonares, fue interpretada como producto de la menor densidad de venas de cuarzo. La presencia de material conductor (grafito), solamente fue detectada a una profundidad de 23 m (Fig. 11), la cual es mucho mayor que la profundidad de investigación. Así, la alteración de la roca en esta área debe haber sido mas intensa y alcanzado mayor profundidad que la región del filón principal, debido al menor porcentaje de cuarzo en la roca. Esto último fue verificado en la perforación SR-34 (Fig. 11) del área Chegatudinho, donde se obtuvo roca alterada hasta 80 m de profundidad. En esta área, si existen venas auríferas de cuarzo, se debe encontrar una buena concentración de oro en los co-aluviones. Entretanto, los resultados obtenidos por la Companhia Mineración Arapiranga Ltda., en comparación con los del filón principal, no fueron muy satisfactorios.

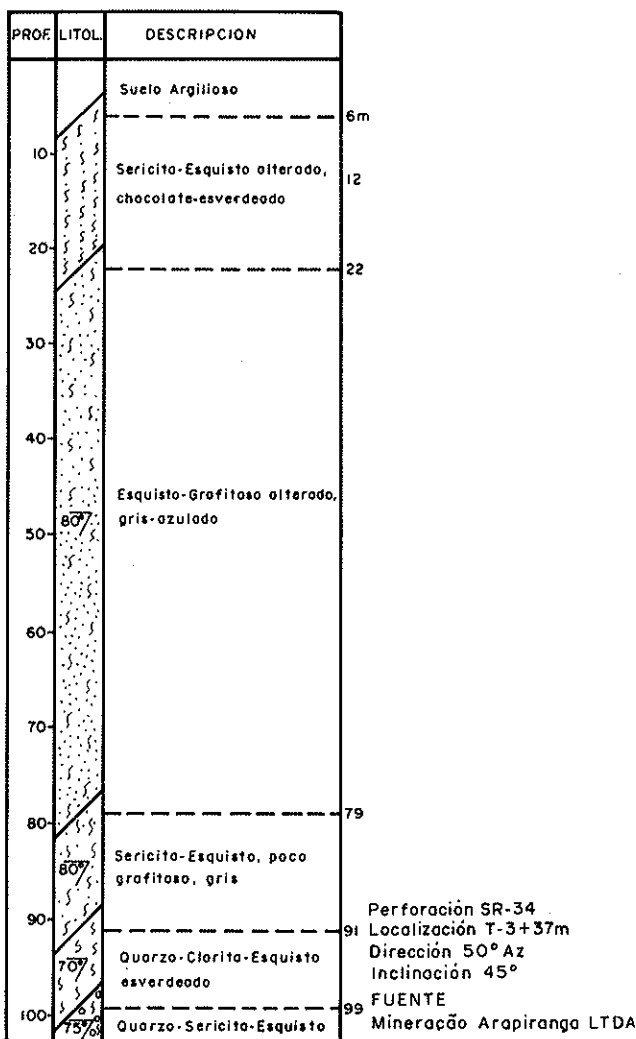


Figura 11 - Columna estratigráfica del área Chegatudinho con base en la perforación SR-34, Chega Tudo, Maranhão

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES El área prospectada estuvo sujeta a esfuerzos dinámicos, donde a lo largo de los planos de las fallas resultantes se formaron las estructuras filonares. Estas estructuras fueron localizadas en el mapa litológico en base a los afloramientos existentes

en la región presentándose encajados em rocas metamórficas.

Las mayores anomalías geofísicas detectadas están localizadas en el lado NE del Área-R (filón principal). Del análisis de los datos de campo se determinó una estrecha correlación entre las principales anomalías magnéticas y electroresistivas con la zona de mayor mineralización, convirtiéndose esos dos métodos en herramientas útiles y eficaces para futuros trabajos de prospección dentro de la zona de falla.

Del análisis de los mapas y de los perfiles de campo se observan las siguientes características:

- la localización de las principales anomalías del Área-1 y Área-2 coinciden con las estructuras del filón principal presentando discontinuidades en las líneas T-4A y T-30A, indicando desplazamientos laterales dentro del área;
- existen dos anomalías paralelas a la anterior, una en el Área-2, que coincide con la estructura filonar localizada entre las líneas T-23 a T-30, a 150 m NE de la línea base y otra en el Área-1, que coincide con la estructura filonar, localizada entre las líneas T-20A a T-30A, aproximadamente a 150 m SW de la línea base;
- todas las anomalías electroresistivas del área Chegatudinho, perteneciente al Área-3, coinciden con estructuras filonares aproximadamente paralelas, localizadas a 800 m SW, 925 m SW, 1 000 m SW y 1 150 m SW de la línea base. Todas estas anomalías están uniformemente distribuidas, presentando poca densidad de venas de cuarzo.

Con los datos interpretados fue elaborado un esbozo esquemático del perfil geoelectrico del área del filón principal (Fig. 12), donde se presentan los cuerpos anómalos electroresistivos en la parte superior y el magnético en la parte inferior de la estructura filonar. A los lados se presenta la respuesta geoelectrica de la roca encajante.

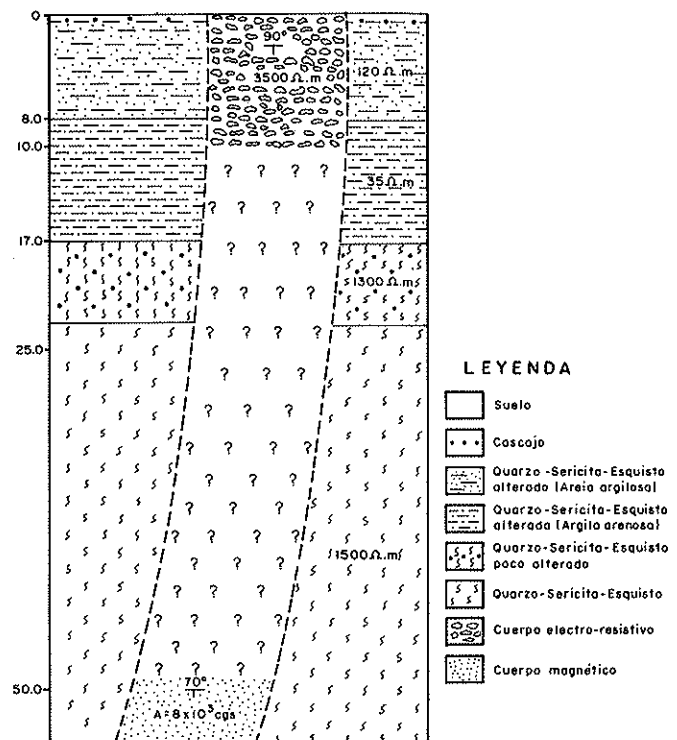


Figura 12 - Esbozo geo-eléctrico del filón principal, área Mina Velha, Chega Tudo, Maranhão

El estudio de la resistividad de transición entre los cuerpos electroresistivo y magnético en la estructura del filón principal es importante porque ayudará a localizar exactamente al cuerpo electroresistivo, el cual está correlacionado principalmente con la densidad de venas de cuarzo en la parte superior de dicha estructura. Este trabajo puede ser efectuado futuramente, utilizándose cualquier método eléctrico.

Se recomienda hacerse una perforación y análisis química sobre la anomalía magnética de la línea T-11, localizada entre las estaciones 500 m SW y 600 m SW (Figs. 3 y 4), correlacionando estos resultados con los obtenidos anteriormente en el área del filón principal. Esto servirá para com-

probar la efectividad del método magnético fuera de la anomalía principal (B1). También extender el área prospectada tanto lateralmente como longitudinalmente, tentándose cubrir toda la zona de falla, aplicándose inicialmente el método magnético y después, sobre las mayores anomalías detectadas, efectuar los trabajos electroresistivos de detalles. Estos trabajos deben ser acompañados de algunos pozos escavados y perforaciones para calibración de los sondeos geofísicos. Con esto se reducirá drásticamente el costo total de prospección, una vez que evitará la ejecución de perforaciones en área sin ningún o poco potencial económico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, F. A. M. de; VILAS, R. N.; HASUI, Y. – 1980 – Esboço estratigráfico do Precambriano da Região Gurupi, Estado do Pará e Maranhão. In: CONGR. BRAS. GEOL., 31, Camboriú, 1980. *Anais. . ., Camboriú, SBG. v.2*, p. 641-658.
- KELLER, G. V. & FRISCHKNECHT, F. C. – 1966 – *Electrical methods in geophysical prospecting*. New York, Pergamon Press, 517 p.
- KOULOMZINE, T.; LAMONTAGNE, Y.; NADEUA, A. – 1970 – New methods for direct interpretation of magnetic anomalies caused by inclined dikes of infinite length. *Geophysics*, 35(5): 812-830.
- TELFORD, W. M.; GELDART, L. P.; SHERIFF, R. E.; KEYS, D. A. – 1976 – *Applied Geophysics*. London, Cambridge University Press, 860 p.
- VILLAS, R. N.N. & DIAS, G. S. – 1983 – A seqüência vulcano-sedimentar de Chega Tudo, Região do Gurupi, Estado do Maranhão. 35a. *Reunião Anual da SBPC*, Seção F, p. 566.
- WON, I. J. – 1981 – Application of Gauss's method to magnetic anomalies of dipping dikes. *Geophysics*, 46(2): 211-215.

MANUSCRITO

Recebido em 13 de dezembro de 1984

Revisão aceita em 14 de maio de 1985

... se o homem quisesse, poderia refazer dez vezes o Partenon. Porém não conseguirá nunca criar um único "canyon", formado por milênios de erosão paciente, onde o sol, o vento e a água conjugam seus esforços; ou reconstruir os inúmeros animais das savanas africanas, derivados de uma evolução que se desenrolou com todas as suas sinuosidades durante milhões de anos, muito antes do homem ter começado a surgir num obscuro Filo de Primatas minúsculos.

Jean Dorst, 1973, Antes que a Natureza Morra, p. 384