



PROSPECÇÃO GEOELÉTRICA EM OCORRÊNCIA DE COBRE LOCALIZADA NA BACIA SEDIMENTAR DO CAMAQUÃ

Lenon Melo Ilha & César Augusto Moreira

Universidade Federal do Pampa – UNIPAMPA. Avenida Pedro Anunciação, s/n, Vila Batista, CEP 96570-000, Caçapava do Sul – RS

Copyright 2008, SBGf - Sociedade Brasileira de Geofísica

Este texto foi preparado para a apresentação no IV Simpósio Brasileiro de Geofísica, Belém, 14 a 17 de novembro de 2010. Seu conteúdo foi revisado pelo Comitê Técnico do IV SimBGf, mas não necessariamente representa a opinião da SBGf ou de seus associados. É proibida a reprodução total ou parcial deste material para propósitos comerciais sem prévia autorização da SBGf.

Resumo

Estudos de prospecção e pesquisa mineral são fundamentais para o reconhecimento e incorporação de novas reservas. Este trabalho consiste na aplicação de métodos geofísicos em uma área de ocorrência mineralizada em cobre. Foi medido o parâmetro físico resistividade elétrica, a partir do método de Eletroresistividade. O trabalho foi realizado numa área localizada na zona rural do município de Caçapava do Sul (RS), sobre arenitos arcoseanos e conglomeráticos. Os resultados revelam uma relação entre carbonatos de cobre em superfície e anomalias de baixa resistividade ($80\Omega.m$), concomitante à valores muitos baixos ($30\Omega.m$) possivelmente associados a presença de sulfetos e óxidos.

Introdução

O cobre nativo é encontrado difundido na natureza sob a forma de filões, mas, usualmente, em quantidades pequenas. É encontrado, comumente, nas zonas oxidadas dos depósitos de cobre, associado à minerais como cuprita, malaquita, azurita, calcopirita e pirita.

O maior consumidor do minério de cobre é a indústria metalúrgica, principalmente em produtos para a construção civil e para o segmento de cabos e fios. O cobre tem um papel fundamental nas indústrias do transporte, na eletrônica, na construção, na agricultura, na energia, na saúde e nas novas tecnologias. Tem ainda atuação importante na exploração mineral, na produção de ligas, na fabricação de utensílios de cozinha, de equipamentos químicos e farmacêuticos, de moedas entre muitas outras aplicações.

Estudos de prospecção e pesquisa mineral são fundamentais para o reconhecimento e incorporação de novas reservas, em atendimento a uma demanda crescente tanto para o mercado interno, quanto para exportação e equilíbrio da balança comercial. As ferramentas disponíveis compreendem métodos diretos (sondagem, amostragem de solo e rocha, análises químicas) e indiretos (análise de sensores remotos, métodos geofísicos).

Devido ao baixo custo e a possibilidade de cobertura de amplas áreas, as técnicas geofísicas constituem uma importante ferramenta em pesquisa mineral.

Dentre os diversos métodos geofísicos passíveis de aplicação em estudos de prospecção e pesquisa mineral de sulfetos e minerais metálicos, os métodos elétricos e eletromagnéticos são amplamente utilizados.

A aplicação de métodos elétricos possibilita a caracterização de depósitos minerais a partir de anomalias em parâmetros físicos como cargabilidade e resistividade, devido ao contraste freqüentemente apresentado entre a rocha encaixante e o corpo mineralizado.

O método de Eletroresistividade possui aplicação em pesquisas de cobre disseminado devido à característica de elevada condutividade elétrica deste metal, freqüentemente contrastante em relação a rochas ao redor.

Durante levantamento no prospecto de ouro epitermal Rhyolite Creek (Austrália), Irvine & Smith (1990) aplicam os métodos de Eletroresistividade e Polarização Induzida. O minério ocorre em andesitos, dacitos e sedimentos epivolcanoclásticos, com alteração hidrotermal e presença de pirita e pirofilita e gênese do tipo alta sulfetação. Foi observada uma forte anomalia de cargabilidade em conjunto com uma zona de baixa resistividade. A elevada resistividade aparente observada nas proximidades de uma cordilheira pode ser parcialmente falsa, produzida pela topografia acidentada. A resposta geofísica foi relacionada a veios mineralizados contendo de 10 a 30% de pirita com ocasionais zonas de pirita maciça de 1 metro de espessura, determinados a partir de sondagens e trabalhos posteriores.

Em trabalho realizado no estado de New South Wales (Austrália), Irvine e Smith (1990) aplicam o método da Eletroresistividade numa mineralização de ouro epitermal com baixo teor de enxofre, contida em veios de quartzo em lavas basálticas para andesítica em uma seqüência vulcânica dominada por rochas vulcânicas e andesítica riolíticas de idade Eodevonianiana. A zona de oxidação estende por 60 m abaixo da superfície, resistindo à vulcânicas básicas a uma argila caulínítica. Os veios principais de quartzo têm uma alta resistividade elétrica em comparação com as rochas vulcânicas. Valores mais baixos de resistividade foram observados em ramificações dos veios de quartzo na parte leste da área

Este trabalho realiza um estudo geofísico numa ocorrência aflorante de cobre disseminado, localizada no município de Caçapava do Sul (RS), por meio do método

da Eletroresistividade, através da técnica de caminhamento elétrico em disposição azimutal.

Área de estudo

A área de estudos está localizada a noroeste da sede do município de Caçapava do Sul (RS) (Figura 1). A área está localizada no Km 16 da estrada do Cerro do Bugio, também distante cerca de 4Km da estrada que liga a vila Cerrito do Ouro ao município de Lavras do Sul.

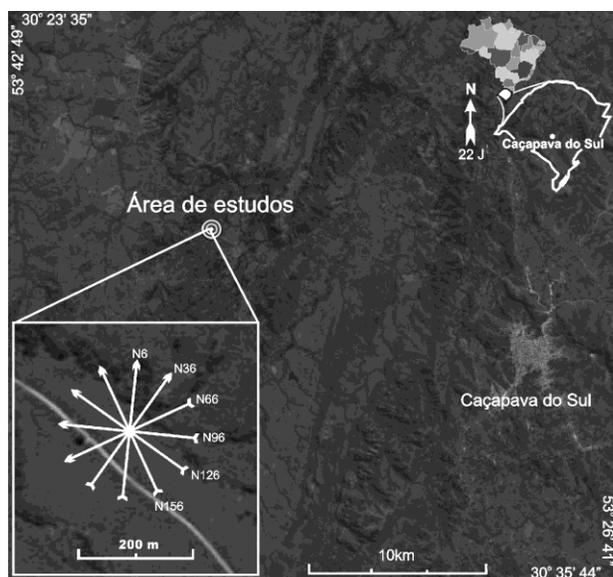


Figura 1: - Localização da área de estudos, com detalhe para a disposição das linhas de aquisição. (Adaptado de Google Earth, 2010).

A região de estudos está inserida na Bacia do Camaquã, está localizada sobre o Escudo Sul-Rio-Grandense, compreendendo um intervalo temporal de 450-620 Ma (Paim *et al.*, 2000). Esta bacia pode ser definida como a superposição de diferentes bacias individualizáveis tectônica, geocronológica e termodinamicamente (Paim *et al.*, 2000; Chemale Jr., 2000) e sua evolução é relacionada com as fases finais do arrefecimento tectônico da Orogenia Brasileira (Paim *et al.*, 2000).

A ocorrência mineral está alojada em litotipos pertencentes a Formação Passo da Promessa, (Wildner *et al.*, 2008) caracterizada por espessos pacotes de arenitos de cores rosa-claro, cinza e bordo, com alternâncias de cores, dando origem a uma rocha listrada. Apresenta com frequência níveis conglomeráticos onde os seixos são predominantemente de rochas graníticas e metamórficas, como granitos, gnaisses, quartzitos, xistos, anfíbolitos e ocasionalmente, seixos de rochas sedimentares silicificadas.

No local de estudos ocorre arenito arcoseano médio a grosseiro, de cor marrom-avermelhado, com possíveis fragmentos de riolito, ambos intensamente silicificados e recristalizados. A rocha apresenta a mineralização de cobre em interstícios de fraturas e zonas de maior porosidade. A mineralização é constituída principalmente

de carbonatos de cobre, especialmente malaquita e azurita, além de calcosina subordinada.

Método

Foi utilizado o método da Eletroresistividade, a partir da técnica de caminhamento elétrico para as medidas de resistividade elétrica, por meio do arranjo dipolo-dipolo. Este arranjo consiste na instalação de pares de eletrodos metálicos ao longo da linha de investigação, para transmissão de corrente elétrica e geração de campo elétrico em profundidade (eletrodos de corrente), e posterior leitura por meio de pares de eletrodos de recepção (eletrodos de potencial) (Orellana, 1972).

A disposição de forma adequada dos pares de eletrodos de corrente e de potencial permite leituras de resistividade elétrica para diversos níveis de profundidade na linha investigada. Este trabalho utilizou 10 m de espaçamento entre eletrodos e leituras de resistividade em 20 níveis de profundidade.

Foram realizadas 6 linhas de caminhamento elétrico, com 230 m de extensão cada, dispostas de forma azimutal, radialmente com centro posicionado sobre a ocorrência mineral e ângulo entre linhas de 30° (Figura 1).

O equipamento utilizado foi o resistivímetro Syscal Pro, fabricado pela Iris (França), com resolução de 1 μ V. Este equipamento é calibrado para medidas de resistividade por meio de ciclos periódicos de corrente elétrica alternada e de baixa frequência, procedimento que permite a filtragem de ruídos do sinal adquirido.

A razão V/I , ou seja, potencial (V) pela corrente (I) transmitida permite leituras diretas de resistência elétrica em ohms (Ω). A resistência medida é multiplicada pelo fator K, que representa o espaçamento dos eletrodos em superfície e resulta no parâmetro resistividade aparente (equação 1):

$$\rho = K \frac{\Delta V}{I} \Omega.m \text{ (equação 1)}$$

Resultados

Os dados interpretados foram processados no software RES2DINV, apresentados sob a forma de seções distância x profundidade. Os resultados são apresentados sob a forma de modelo de inversão em termos de resistividade elétrica (Figura 2).

Os resultados de modo geral apresentam valores baixos a intermediários, entre 80 $\Omega.m$ e 1200 $\Omega.m$. As linhas N156°, N126° e N36° são caracterizadas pela presença de uma anomalia circular de baixa resistividade, em torno de 80 $\Omega.m$ localizada no centro das seções, posição de exposição em superfície da ocorrência mineral.

A linha N66° apresenta uma anomalia com valores intermediários de cerca de 1500 $\Omega.m$ localizada próximo a superfície entre duas anomalias de baixa resistividade de aproximadamente 30 $\Omega.m$ também localizada próxima a superfície, ambas as anomalias descritas estão sobre uma faixa horizontal de valores intermediários.

Na linha N6° é encontrada uma anomalia circular de resistividade intermediária, de aproximadamente 1200 $\Omega.m$ localizada próxima ao centro da seção. Esta seção apresenta ainda uma zona com valores muito elevados,

até 8000 Ω .m, localizada entre as posições 120m a 160m, desde a superfície até a base da seção.

A linha N96° apresenta os maiores contrastes de resistividade dentre todas as linhas, caracterizada por uma anomalia horizontal com valores altos localizada entre as posições 100m a 180m sobre outra anomalia horizontal que apresenta valores baixos entre 15 Ω .m e 70 Ω .m. A zona entre 0m e 80m apresenta valores intermediários a muito altos, entre 100 Ω .m a 8000 Ω .m.

Os baixos valores de resistividade descritos nas seções N156°, N126° e N36° provavelmente representam o trend principal de mineralização. A direção N18° e N112° correspondem as principais famílias de fraturamento, ambas preenchidas por carbonatos e hidróxidos de cobre, além de barita e quartzo, descritas na área.

Zonas com elevada resistividade são observadas tanto próximas a superfície quanto em profundidade e podem estar relacionadas intervalos silicificados ou mesmo a rocha encaixante, representada na área por arenito arcoseano.

A linha N6° apresenta uma zona anômala na região central, com resistividade intermediária que pode ser correlacionada a uma zona com presença de hidróxidos e carbonatos de cobre, presentes no afloramento em superfície. Abaixo desta zona anômala são observados valores mais baixos de resistividade, que podem estar associados à presença de sulfetos de cobre.

A linha N96° apresenta uma zona anômala em profundidade em termos de resistividade elétrica que pode ser correlacionada a presença de sulfetos devido a baixa resistividade, em semelhança a seção N6°.

Esta zona está localizada sob a área de afloramento superficial dos carbonatos e hidróxidos e apresenta continuidade lateral. Os locais que apresentam elevados valores de resistividade elétrica podem ser relacionados a zonas de silicificação, conforme características associadas ao modelo genético do tipo cobre Epitermal, provável classificação metalogenética da ocorrência (Beckel, 1990) O cimento silicático que preenche os poros do arenito apresenta comportamento de um condutor dielétrico, ou seja, dificuldade ao trânsito de corrente elétrica.

Conclusões

O método da Eletrorresistividade demonstrou resultados satisfatórios na caracterização da ocorrência cuprífera, pois permitem relacionar os resultados de modelamento com a ocorrência mineral aflorante e sua provável continuidade em profundidade, devido ao contraste nas propriedades físicas entre as rochas encaixantes e a zona mineralizada.

Grande parte dos modelos de inversão de resistividade apresentam anomalias circulares de baixa intensidade, possivelmente relacionadas à mineralização devido ao comportamento condutivo dos sulfetos.

O modelo genético que provavelmente associado à gênese da ocorrência mineral estudada é o de cobre epitermal, cujas alterações associadas como argilização

e silicificação. As áreas de resistividade descritas nas adjacências da área central podem corresponder à zonas de silicificação. Por outro lado, a zona central de baixa resistividade pode indicar uma área com argilização, proveniente da alteração hidrotermal de argilominerais presentes na encaixante, além de carbonatos e hidróxidos inclusive descritos em superfície.

Os dados obtidos neste estudo não permitiram o estabelecimento da profundidade máxima de ocorrência mineral, pois aparentemente há continuidade abaixo de 50 m. Contudo, as anomalias de resistividade entre 5 Ω .m e 30 Ω .m presentes abaixo de 25 m de profundidade podem ser indícios da presença de óxidos ou sulfetos disseminados.

Os indícios de anomalias pronunciadas em direções preferenciais pode ser indicativo de percolação de fluidos hidrotermais em fraturas. A seção N96° apresenta uma anomalia vertical de baixa resistividade, entre 120m e 130m, que pode indicar uma zona fraturada.

Desta forma, é recomendado à realização de estudos em maiores profundidades, além da aplicação de outros métodos geofísicos.

Referências

BECKEL, J. Metalogenia del Cu, Pb y Zn em la Cuenca de Camaquã durante el ciclo orogênico Brasileiro, RS (Brasil). 1990. 275 p. Tese (Doutorado) - Universidade de Salamanca. Espanha.

CHEMALE Jr., F. Evolução geológica do Escudo Sul-riograndense. In: HOLZ, M.; DE ROS, L. F. (Org.). Geologia do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2000. p. 13 - 52.

GOOGLE EARTH. Versão 4.3 (beta). Europa Technologies – US Dept. of state Geographer, 2010.

IRVINE, R.J.; SMITH, M.J. Geophysical exploration for epithermal gold deposits. Journal of Geochemical Exploration. vol. 36. p 375 - 412. 1990.

ORELLANA, E. Prospeccion geoeletrica en corriente continua. Biblioteca Técnica Philips. Madrid: Paraninfo, 523 p. 1972.

PAIM, P.; CHEMALE Jr., F.; LOPES, R.C. A Bacia do Camaquã. In: HOLZ, M.; DE ROS, L. F. (Org.). Geologia do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2000. p. 231-274.

WILDNER, W.; RAMGRAB, G.E.; LOPES, R.C. IGLESIAS, C.M.F Mapa Geológico do Estado do Rio Grande do Sul, escala 1:750.000 - Porto Alegre : CPRM, 2008.

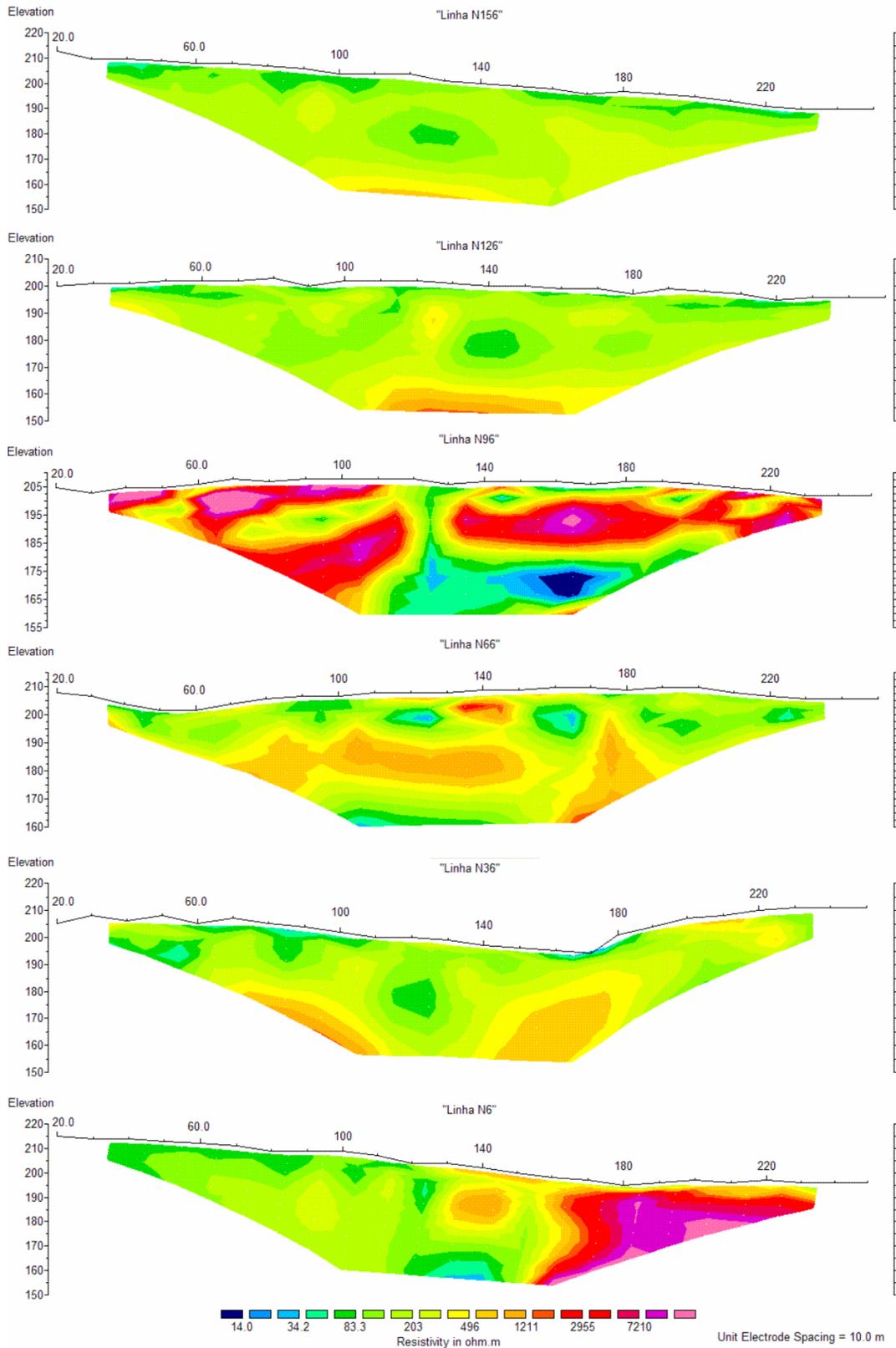


Figura 2: Modelos de inversão de resistividade