

CAPÍTULO I

O PROJETO CARACTERIZAÇÃO DE DEPÓSITOS MINERAIS EM DISTRITOS MINEIROS DA AMAZÔNIA

*ONILDO JOÃO MARINI
EMANUEL TEIXEIRA DE QUEIROZ
BENEDICTO WALDIR RAMOS*

SUMÁRIO

CAPÍTULO I

O PROJETO CARACTERIZAÇÃO DE DEPÓSITOS MINERAIS EM DISTRITOS MINEIROS DA AMAZÔNIA

RESUMO	11
ABSTRACT	11
I. BREVE HISTÓRICO	11
II. OS DEZ ALVOS DO PROJETO	13
III. METAS E OBJETIVOS GERAIS	13
IV. COORDENAÇÃO CENTRAL E MECANISMOS GERENCIAIS DE EXECUÇÃO	13
V. EQUIPE DO PROJETO	13
VI. INFRA-ESTRUTURA FÍSICA	16
VII. CONVÊNIOS E TERMOS DE COMPROMISSO	17
VIII. RECURSOS PARA O PROJETO	18
IX. RESULTADOS GERAIS	18
XI. ÍNDICE GERAL	18
REFERÊNCIAS	19

O PROJETO CARACTERIZAÇÃO DE DEPÓSITOS MINERAIS EM DISTRITOS MINEIROS DA AMAZÔNIA

ONILDO JOÃO MARINI¹, EMANUEL TEIXEIRA DE QUEIROZ², BENEDICTO WALDIR RAMOS¹

¹Agência para o Desenvolvimento Tecnológico da Indústria Mineral Brasileira – ADIMB Brasília, DF. adimb@terra.com.br

²Departamento Nacional de Produção Mineral – DNPM. Brasília, DF - emanuel@dnpm.gov.br

RESUMO

O Projeto Caracterização de Depósitos Minerais em Distritos Mineiros da Amazônia, idealizado e liderado pela ADIMB e pelo DNPM, teve a coordenação técnica e administrativa da ADIMB, a execução técnico-científica de grupos de pesquisadores das universidades UFPA, UFMT, UnB, UFBA, UFMG, UFRGS e UNISINOS e de profissionais de empresas e, como financiadores o CT-Mineral/FINEP, o DNPM e as empresas CVRD, RTDM, AngloGold Ashanti, Anglo American, Mineração Taboca e Mineração Santa Elina. Foram caracterizados dez depósitos minerais da Amazônia brasileira: Fe de Carajás/PA, Cu-Au do Cinzento/PA, Cu-Au do Estrela/PA, Mn do Azul/PA, Cu-Au de Breves/PA, Sn de Pitinga/AM, Criolita de Pitinga/AM, Cu Sedimentar de Rondônia/RO, Zn-Pb-Cu (Au-Ag) de Aripuanã/MT e Bauxita de Paragominas/PA. Sempre que as características dos depósitos permitiram, foi definida a situação dos depósitos na geologia e tectônica regional e local, a litoestratigrafia das encaixantes e a petrografia das rochas ígneas associadas e dos produtos de alteração; detalhadas a geologia e os controles dos depósitos; estabelecidas as paragêneses minerais associadas aos processos mineralizadores, dos tipos de minérios e de seus subprodutos; identificados e descritos os tipos de minérios, as fases e épocas de mineralizações e suas temperaturas de precipitação; determinadas as idades das encaixantes, das intrusivas associadas, das rochas hidrotermalizadas e dos minerais de minério; estabelecido o comportamento geoquímico dos elementos maiores, menores e das terras raras das intrusivas, dos hidrotermalitos e dos minérios; definidos o quimismo das soluções mineralizadoras, a origem dos fluidos, as condições de transporte e de deposição dos constituintes dos minérios; detalhadas a química mineral, as relações isotópicas de S, C, O e H dos minerais de minério e das gangas; feitas comparações e correlações dos depósitos com outros de características similares e propostos contextos geotectônicos, modelos genéticos, critérios e vetores guias para prospecção de depósitos similares.

Em integração e esforço sinérgico governo-empresa-universidade, participaram do Projeto 214 pesquisadores, profissionais de empresas, doutorandos, mestrandos e graduandos de geologia.

I. BREVE HISTÓRICO

Em 2000, a Agência para o Desenvolvimento Tecnológico da Indústria Mineral Brasileira – ADIMB promoveu o Projeto-Plataforma Desenvolvimento Metodológico para Exploração Mineral na Amazônia, um elaborado planejamento estratégico sinérgico governo/empresa/universidade, com o objetivo de identificar os principais entraves que dificultam a exploração mineral

ABSTRACT

The research project “Characterization of mineral deposits in mining districts of Amazonia”, set up and led by ADIMB and DNPM had the technical and administrative coordination of ADIMB, was undertaken by research groups from several universities (UFPA, UFMT, UnB, UFBA, UFMG, UFRGS, and UNISINOS), and professional staff from mining companies, and was financially supported by CT-Mineral/FINEP, DNPM, CVRD, RTDM, AngloGold Ashanti, Anglo American, Mineração Taboca, and Mineração Santa Elina. Ten mineral deposits from Amazonia were studied: Fe from Carajás/PA, Cu-Au from Cinzento/PA, Cu-Au from Estrela/PA, Mn from Azul/PA, Cu-Au from Breves/PA, Sn from Pitinga/AM, Criolite from Pitinga/AM, Sedimentary Cu from Rondônia/RO, Zn-Pb-Cu (Au-Ag) from Aripuanã/MT, and Bauxite from Paragominas/PA. Whenever possible, regional and local geological and tectonic setting of the deposits, stratigraphy of host rocks, petrography of associated igneous rocks and alteration products were defined. Detailed accounts of geological constraints, mineral paragenesis, ore types and subproducts, mineralization events, temperature of ore precipitation, as well as age of host rocks, associated intrusions, hydrothermally altered rocks and ore minerals are given. Based on mineral chemistry, S, C, O, and H isotopic relations in ore minerals, behaviour of major, minor, and rare earth elements of intrusive rocks, hydrothermally altered rocks and ores was established, trying to define chemistry of mineralizing fluids and their origin, and transport and precipitation conditions of ore constituents. Comparison and correlation with similar deposits elsewhere are presented, and geotectonic setting, genetic models and guide lines for mineral exploration are proposed.

In this endeavor of partnership between government, private sector and universities is the result of efforts put forward by 214 researchers, mining companies technical staff, as well as graduate and undergraduate students.

na Amazônia Brasileira e propor ações para eliminá-los, a fim de torná-la mais atrativa para investimentos na prospecção e descoberta de novas jazidas. Participaram do Projeto Plataforma 163 autoridades, diretores/gerentes de empresas, técnicos e pesquisadores, representando quatro ministérios, dez instituições/órgãos públicos, dezoito empresas de exploração mineral e quatorze universidades, reunidos em oito comitês técnicos especializados, os quais, após dez meses de trabalho, publicaram relatório no qual

foram identificados os principais gargalos da região e feitas recomendações ao Ministério de Minas e Energia - MME, ao Ministério de Ciência e Tecnologia - MCT, às instituições de pesquisa e às empresas, de linhas de pesquisas e temas de projetos considerados prioritários.

Dentre os estudos considerados fundamentais para o incentivo à exploração mineral na Amazônia, o Projeto-Plataforma identificou e propôs o Programa Assinatura de Distritos Mineiros/Depósitos Minerais, objetivando a caracterização em detalhe dos controles dos depósitos minerais e sua modelagem, a ser executado em parceria pelas comunidades acadêmica e empresarial, com o apoio do MME, do MCT e de empresas. Endossando esta diretriz, o Fundo Setorial de Mineração – CT Mineral do MCT abriu financiamento, via FINEP, no segundo semestre de 2001, contemplando a referida linha de pesquisa.

Em 19/12/2001, a convite do Diretor Geral do DNPM, realizou-se reunião com representantes do DNPM, da ADIMB e de doze empresas de mineração com atuação na Amazônia, na qual foi feita a apresentação da proposta preliminar do Projeto Caracterização de Depósitos Minerais em Distritos Mineiros da Amazônia às empresas potencialmente interessadas em participar da respectiva execução. Destas, a AngloGold Brasil Ltda (hoje AngloGold Ashanti), a Anglo American Brasil Ltda, a Rio

Tinto Desenvolvimento Mineral (RTDM), a Companhia Vale do Rio Doce, a Mineração Santa Elina e a Mineração Taboca (Paranapanema) aderiram ao Projeto e, em conjunto, assumiram a responsabilidade de promovê-lo em parceria, via ADIMB.

Termos de Compromisso da ADIMB com as empresas mencionadas conferiram-lhes, em contrapartida ao apoio financeiro e em facilidades, exclusividade de acesso aos resultados do Projeto durante sua execução e por seis meses após a entrega dos relatórios finais dos sub-projetos.

Após entendimentos entre DNPM e ADIMB e desta com as empresas co-promotoras, foi elaborada a proposta final do Projeto, tendo como co-executores IG/UnB, CG/UFPA, IG/UFMG, DRM/UFMT, PPGeo/UNISINOS, IG/UFBA e IG/UFRGS, a qual foi submetida com sucesso ao CT-Mineral/FINEP para obtenção de apoio financeiro.

Após a definição final pelo DNPM, ADIMB e empresas detentoras dos direitos minerários concernentes aos depósitos a serem estudados, foram cuidadosamente identificados e convidados dez (10) renomados pesquisadores nacionais, líderes de pesquisas em suas instituições e com experiência na temática dos depósitos selecionados, para assumir as coordenações da execução das pesquisas nos alvos do Projeto.

Tabela 1 – Depósitos-alvos do Projeto com respectivos coordenadores, instituições executoras e empresas detentoras dos direitos minerários

Subprojeto / Estado	Coordenador	Instituição Executora	Empresa Detentora
Fe CARAJÁS/PA	LYDIA MARIA LOBATO CARLOS ALBERTO ROSIÈRE	IGC/UFMG	COMPANHIA VALE DO RIO DOCE
Cu -Au CINZENTO/PA	MARIA DA GLÓRIA SILVA JOÃO BATISTA TEIXEIRA	IG/UFBA	COMPANHIA VALE DO RIO DOCE
Cu-Au ESTRELA/PA	ZARA GERARDT LINDENMAYER	PPGEO/UNISINOS	COMPANHIA VALE DO RIO DOCE
Mn AZUL/PA	MARCONDES LIMA DA COSTA	CG/UFPA	COMPANHIA VALE DO RIO DOCE
Cu-Au BREVES/PA	NILSON FRANCISQUINI BOTELHO	IG/UNB	COMPANHIA VALE DO RIO DOCE
Sn PITINGA/AM	ROBERTO DALL'AGNOL	IG/UFPA	MINERAÇÃO TABOCA
CRIOLITA PITINGA/AM	ARTUR BASTOS NETO	IG/UFRGS	MINERAÇÃO TABOCA
Cu SEDIMENTAR/RO	MARCEL AUGUSTE DARDENNE	IG/UNB	MINERAÇÃO SANTA ELINA
Zn-Pb-Cu (Au-Ag) ARIPUANÃ/MT	JAYME DEXHEIMER LEITE	DRM/UFMT	ANGLO AMERICAN BRASIL
BAUXITA DE PARAGOMINAS/PA	BASILE KOTSCHOUBEY	CG/UFPA	COMPANHIA VALE DO RIO DOCE

Uma cláusula de sigilo comprometeu os coordenadores de alvos a não publicar, sob quaisquer meios e sem prévia concordância da ADIMB, resultados dos serviços/pesquisas acordados, antes de um prazo de seis (6) meses, contados a partir da data de encerramento do Projeto.

II. OS DEZ ALVOS DO PROJETO

Os dez depósitos-alvo pesquisados pelo Projeto, com respectivos coordenadores de sub-projetos, instituições executoras e empresas detentoras de direitos minerários são relacionados na Tabela 1.

III. METAS E OBJETIVOS GERAIS

O Projeto teve como principais metas e objetivos, válidos para todos os alvos:

- Definir os controles regionais de distribuição dos depósitos minerais do distrito;
- Definir características estratigráficas, estruturais, litológicas e geocronológicas do entorno e das encaixantes dos depósitos-alvo;
- Determinar o ambiente geotectônico, a evolução estratigráfica e geocronológica e os eventos deformacionais dos terrenos hospedeiros dos corpos de minério;
- Detalhar as características estruturais, texturais, mineralógicas, paragenéticas e temporais dos corpos de minério e das zonas de alteração hidrotermal de cada depósito;
- Identificar a natureza dos fluidos mineralizadores, sua origem e evolução temporal;
- Definir as fases de mineralização, origem dos metais, processos e condições de transporte dos metais e de deposição dos minérios;
- Propor modelos prospectivos e genéticos dos depósitos.

IV. COORDENAÇÃO CENTRAL E MECANISMOS GERENCIAIS DE EXECUÇÃO

A coordenação técnica geral do Projeto como um todo foi assumida em parceria pelo DNPM e ADIMB. Dela participaram pelo DNPM, Emanuel Teixeira de Queiroz e Gilberto Ruy Derze e pela ADIMB, na fase inicial, Hardy Jost e Benedicto Waldir Ramos, e nas fases principal e final Onildo João Marini e Benedicto Waldir Ramos. Foram fornecidas orientações gerais detalhadas, envolvendo enfoques a serem adotados, número, qualidade e tipos de análises a serem desenvolvidas para todos os alvos, com adaptações caso a caso.

A coordenação administrativa e financeira e o acompanhamento em detalhe dos trabalhos foram exercidos pela ADIMB. Os mecanismos de gerenciamento e controle da execução das atividades, pela coordenação central, foram:

- Relatórios de progresso trimestrais apresentados pelos coordenadores;
- Dois seminários integrados com apresentação de resultados parciais, com discussão extensiva das dificuldades e resultados obtidos por parte dos coordenadores dos alvos; com debates com a coordenação central, os coordenadores dos demais alvos, representantes das empresas co-executoras e co-promotoras e com representantes da FINEP, do DNPM e do CNPq;
- Pagamento das despesas de serviços de técnicos, pessoa física e pessoa jurídica, aquisição de passagens e diárias, diretamente pela ADIMB;
- Acompanhamento dos pequenos gastos por meio de fundo rotativo atualizado trimestralmente;
- Relatórios de atividades dos bolsistas DTI, com cópias ao CNPq;
- Visitas ocasionais aos subprojetos;
- Acompanhamento constante da alteração ou ampliação dos membros das equipes executoras;
- Apresentação e revisão dos relatórios finais.

Para acompanhamento e fiscalização do Projeto por parte do DNPM e da FINEP, foram enviados pela ADIMB relatórios técnicos e financeiros periódicos de progresso, bem como relatórios anuais. Visitas de técnicos e assessores do DNPM e FINEP a ADIMB e a alguns subprojetos, bem como participação ativa dos mesmos nos seminários, foram também mecanismos utilizados.

V. EQUIPE DO PROJETO

Vasta equipe, envolvendo técnicos e pesquisadores de universidades, instituições e empresas, participou do Projeto como um todo, com maior ou menor dedicação. Envolveram-se, no mínimo, técnicos de cinco (5) instituições (DNPM, ADIMB, FINEP, CT-Mineral e CNPq), sete (7) empresas (CVRD, Santa Elina, Fe-CVRD, Mn-CVRD, Taboca e Anglo American,) e 24 universidades e instituições de pesquisa do país e do exterior (UFPA, UFMT, UFAM, UFMG, UFBA, UFRGS, UNISINOS, UnB, UNICAMP, USP, UFPE, UFSC, CPRM, Museu Paraense Emílio Goeldi, CENEN/CDTN, Polícia Federal, Queensland/AU, Calgary/CA, Queen's/CA, Texas/USA, Colorado/USA, Oeste Austrália/AU, Escócia/RU, Conselho Geociências/AS).

Cabe destaque ao grupo principal de coordenadores/ autores da coordenação central (Onildo João Marini – ADIMB, Emanuel Teixeira de Queiroz – DNPM e

Benedicto Waldir Ramos – ADIMB) e aos coordenadores/autores dos dez sub-projetos (Artur Cezar Bastos Neto – UFRGS, Basile Kotschoubey – UFPA, Jayme Alfredo Dexheimer Leite – UFMT, Lydia Maria Lobato e Carlos Alberto Rosière – UFMG, Marcel Auguste Dardenne – UnB, Maria da Glória Silva - UFBA e João Batista Guimarães Teixeira – DTI, Marcondes Lima da Costa – UFPA, Nilson Francisquini Botelho – UnB, Roberto Dall’Agnol – UFPA, Zara Gerhardt Lindenmayer – UNISINOS), os quais lideraram as atividades de coordenação técnica geral e de pesquisa técnico-científicas nos dez alvos.

O grupo de 72 autores desta obra (Tabela 2) foi responsável pela maior parte das atividades administrativas e de pesquisa, bem como pela redação final dos textos relativos aos diferentes capítulos. Na revisão final, quanto ao conteúdo e forma de apresentação dos textos,

participaram Reinhardt A. Fuck – UnB e Onildo João Marini – ADIMB.

A edição do presente volume foi de responsabilidade de Onildo João Marini – ADIMB, Emanuel Teixeira de Queiroz – DNPM e Benedicto Waldir Ramos – ADIMB.

Grupo expressivo de 86 colaboradores contribuiu para a concretização do Projeto, incluindo 14 bolsistas DTI/CNPq selecionados pelos coordenadores dos subprojetos e a eles vinculados. Vários destes apresentaram contribuição fundamental ao Projeto e, em reconhecimento, tornaram-se co-autores de capítulos relativos aos subprojetos específicos.

Colaboraram e usufruíram as facilidades do Projeto, 14 mestrandos e doutorandos, embora a elaboração de dissertações e teses não tenha sido seu objetivo direto. Vinte e três alunos de graduação auxiliaram nos trabalhos de pesquisa, tendo usufruído, assim, também formação de prática técnico-científica.

Tabela 2 – Síntese da equipe executora do Projeto.

PESSOAL	ALVO	COORDENAÇÃO GERAL											
		Fe CARAJÁS	Cu-AU CINZENTO	Cu-Au ESTRELA	Mn AZUL	Cu-Au BREVES	Sn PITINGA	CRIOLITA PITINGA	Cu RONDÔNIA	Zn-Pb-Cu (Au-Ag) ARIPUANÁ	BAUXITA PARAGOMINAS	TOTAL	
COORDENADORES		3	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	15
AUTORES		3	9	6	9	3	5	3	14	4	10	5	72
COLABORADORES		2	16	5	14	9	6	16	3	5	8	2	86
BOLSISTAS DTI		-	2	1	2	3	2	3	2	2	-	2	19
MESTRANDOS/DOCTORANDOS		-	2	-	3	-	-	2	5	0	-	2	14
ALUNOS GRADUANDOS		-	0	-	5	-	1	2	6	1	6	2	23

Coordenação Geral/DF :

Coordenadores: Onildo João Marini – ADIMB, Emanuel Teixeira de Queiroz – DNPM e Benedicto Waldir Ramos – ADIMB; Colaboradores: Gilberto Ruy Derze – DNPM, Hardy Jost – ADIMB/FINEP e Reinhardt A. Fuck – UnB.

Subprojeto Cu-Au Estrela/PA – Caracterização geológica do Depósito de Cu-Au Estrela, Carajás

Coordenadora: Zara Gerhardt Lindenmayer – UNISINOS; Autores: Zara Gerhardt Lindenmayer – UNISINOS, André Fleck – DTI/UNISINOS, Cristiane Heridia Gomes – UNISINOS, Antônio Benvindo Souza Santos – CVRD, Rogério Caron – UNISINOS, Fernando de Castro Paula – UNISINOS, Jorge Henrique Laux – UnB, Márcio Martins Pimentel – UnB, Alex de Souza Sardinha – UFPA; Colaboradores: Anselmo Viana Soares – CVRD, Fabrício Ely – CVRD, Carlos Alberto Monte Lopes – CVRD, Onésio Rodrigues Filho – UnB, Luiz Henrique Ronchi – UNISINOS, Osmar Gustavo Wöhl

Coelho – UNISINOS, Camila Esmeris – UNISINOS, Ana Carolina Nowatzki – UNISINOS, Janice Caldas Araújo – UNISINOS, Thalyssa Sanchez Rocha – Autônoma, Oscar Luiz Bertoldo Scherer – UNISINOS; Holly Stein – Colorado State University; Alcides Nóbrega Sial – UFPE; Sudaran Iyer – University of Calgary; **Bolsistas:** André Fleck – DTI, Daniel Piraine – DTI; **Mestrandos e Doutorandos:** André Fleck – UNISINOS e Cristiane Héridia Gomes – UNISINOS, Tatiana Renau dos Santos – UNISINOS; **Graduandos:** Fernando Castro Paula – UNISINOS, Rogério Caron – UNISINOS, Izamara Teca Cordeiro de Oliveira – UNISINOS, Nilson Meucci Neto – UNISINOS e Claus Fallgatter – UNISINOS;

Subprojeto Fe Carajás/PA – A Mineralização Hidrotermal de Ferro da Província Mineral de Carajás – Controle Estrutural e Contexto na Evolução Metalogenética da Província.

Coordenadores: Lydia Maria Lobato – UFMG e **Vice-coordenador:** Carlos Alberto Rosière – UFMG; **Autores:** Lydia Maria Lobato – UFMG, Carlos Alberto Rosière – UFMG, Rosaline Cristina F. e Silva – DTI, Franciscus Jacobus Baars – Roots Rock, José Carlos Sicole Seoane – UFRJ, Francisco Javier Rios – CDTN, Márcio Martins Pimentel – UnB, Giubráz Ewerton Mendes – DTI, Aroni M. Monteiro – CVRD; **Colaboradores eventuais:** Zara Gerhardt Lindenmayer – UNISINOS, Flávio Ferreira – CVRD, Kleber S. Silva – CVRD, Celso Antônio Henrique Júnior – CVRD, Gilberto L. P. Silva – CVRD, Henrile Meireles – CVRD, Lambertus Schardt – CVRD, Paulo H. Matias – CVRD, Sérgio Guedes – CVRD, Ana Regina Brito – CVRD, João Bezerra – CVRD, João Freitas – CVRD, Hardy Jost – UnB, Jenz Gutzmer, Julio C. Romeiro, Nic Beukes, Rodolfo Pacheco – **Bolsistas:** Giubráz Ewerton Mendes – DTI, Danielle Piuzana Fischel – DTI, Ana Luiza Maciel – IC; **Mestrandos e Doutorandos:** Roseline Cristina Figueiredo e Silva – UFMG, Márcia Zucchetti – UFMG.

Subprojeto Cu-Au Cinzento/PA – Geologia e Mineralizações de Fe-Cu-Au do Alvo GT-46 (Igarapé Cinzento), Carajás

Coordenadores: Maria da Glória Silva – UFBA, João Batista Guimarães Teixeira – DTI; **Autores:** Maria da Glória Silva – UFBA, João Batista Guimarães Teixeira – DTI, Márcio Martins Pimentel – UnB, Paulo Marcos Vasconcelos – Queensland University, Anselmo Arielo – CVRD, Washington de Jesus S. F. Rocha – UEFS; **Colaboradores:** Sudaram S. Iyer – Calgary University/CA, Kazuo Fuzikawa – CDTN/CNEN, Holly Stein – Colorado State University/USA, Marco Aurélio Benevides

M. Figueiredo – CVRD, Marcos Mansueto – USP; **Bolsistas:** João Batista Guimarães Teixeira – DTI;

Subprojeto Cu Rondônia/RO – Geologia e Metalogenia do Depósito de Cobre do Colorado, Fossa Tectônica de Rondônia, Brasil

Coordenador: Marcel Auguste Dardenne – UnB; **Autores:** Marcel Auguste Dardenne – UnB, Carlos José Souza de Alvarenga – UnB, Claudinei Gouveia de Oliveira – UnB, Sara Lais Rahal Lenharo – Polícia Federal; **Colaboradores:** Marcos Parro – Mineração Santa Elina, Altamiro Mendes Ferreira – Mineração Santa Elina, Emanuel Viegas – Mineração Santa Elina, Rui Benedito Callian Bahia – CPRM, Francisco Egydio Pinho – UFMT; **Bolsistas:** Domingos Sávio de Melo Preto – DTI, Fabiano Richard Leite Faulstich – DTI; **Graduando:** André Menezes Sabóia – UnB.

Subprojeto Mn Azul/PA – O Depósito de Manganês do Azul, Carajás: Estratigrafia, Mineralogia, Geoquímica e Evolução Geológica

Coordenador: Marcondes Lima da Costa – UFPA; **Autores:** Marcondes Lima da Costa – UFPA, Oscar Choque Jesus Fernandes – DTI, Marlis Elena Ramirez Riquelme – DTI; **Colaboradores:** Clice de Fátima Monteiro Ribeiro – Autônoma, Maritza Cantone Vilchez – Universidade Nacional Mayor de San Marco, Joedy Cristina Cruz Queiroz – Autônoma, Paulo Vasconcelos – Queensland University/AU, Edgar Alexandre Reis de Lima – DTI, Alciney Miranda da Costa – CNPq/UFPA, Cristiano Soares de Souza – CVRD, Lílian Grabellos B. de Moura – CVRD, Celso Antonio Henning Junior – CVRD; **Bolsistas:** Oscar Choque de Jesus Fernandes – DTI, Marlis Elena Ramirez Riquelme – DTI, Edgar Alexandre Reis de Lima – DTI.

Subprojeto Criolita Pitinga/AM – A Jazida de Criolita da Mina Pitinga (Amazonas)

Coordenador: Artur Cezar Bastos Neto – UFRGS; **Autores:** Artur Cezar Bastos Neto – UFRGS, Vitor Paulo Pereira – UFRGS, Evandro Fernandes de Lima – UFRGS, José Maximino Ferron – Mineração Taboca Ltda, Orlando Minuzzi – Mineração Taboca Ltda, Maurício Prado – Mineração Taboca Ltda, Luiz Henrique Ronchi – UNISINOS, Juan Altamirano Flores – UFRGS, José Carlos Frantz – UFRGS, Amanda Pires – UFRGS, Ronaldo Pierosan – UFRGS, Rosemary Hoff – CPRM, Nilson Francisquini Botelho – UnB, Silvia Beatriz A. Rolim – UFRGS; **Colaboradores eventuais:** Roberto Dall’Agnol – UFPA, Hilton Tulio Costi – Museu Paraense Emílio

Goeldi, Cândido A. V. Moura – UFPA; Bolsistas: Leandro Valiente Ulmann – DTI, Flávio França Nunes da Rocha – DTI; Mestrandos e Doutorandos: José Maximino Ferron – Mineração Taboca Ltda/UFRGS, Orlando Minuzzi – Mineração Taboca Ltda/UFRGS, Maurício Prado – Mineração Taboca Ltda/UFRGS, Amanda Pires – UFRGS, Ronaldo Pierosan – UFRGS; Graduandos: Marcelo Ricardo Schwartz – UFRGS, Diogo Gonçalves de Oliveira – UFRGS, Lisandro Nunes – UFRGS, Isidora Hinrichs – UFRGS, Luis Alberto Vedana – UFRGS, Marcelo Leopoldo Weber – UNISINOS.

Subprojeto Zn-Cu Aripuanã/MT – Caracterização do Depósito Polimetálico (Zn, Pb, Ag, Cu-Au) de Aripuanã, Estado do Mato Grosso

Coordenador: Jayme Alfredo Dexheimer Leite – UFMT; Autores: Jayme Alfredo Dexheimer Leite – UFMT, Maria Zélia Aguiar de Souza – UFMT, Gerson Souza Saes – UFMT, Moacir J. B. Macambira – UFPA, Roberto Perez Xavier – UNICAMP, Maria Elisa Froes Batata – UFMT, Fabiana A. de Oliveira de Jesus – UFMT, Joselir Gama da Silva Jr. – UFMT, Auberto José Siqueira – FEMA/MT, Álvaro Pizzato Quadros – UFMT; Colaboradores: Lucio Molinari – Anglo American, Augusto Flávio Soares – Anglo American, Joaquim Luiz Berger Goulart Jr. – UFMT, Alexandre Magalhães Nascimento – UFMT, Anderson Alves de Souza – UFMT, Nilson Batista de Souza – DNPM/MT, Davi Paiva – UFMT; Graduandos: Atani Herani de Paula – UFMT, Valéria Guimarães de Paula – UFMT, Elison Carmo da Costa – UFMT, Talita Menezes – UFMT, Marcelo Ferreira Gomes – UFMT, Gizely Carmo de Jesus – UFMT.

Subprojeto Sn Pitinga/AM – Depósitos de Sn das Minas de Pitinga, Estado do Amazonas

Coordenador: Roberto Dall’Agnol – UFPA; Autores: Roberto Dall’Agnol – UFPA; Hilton Túlio Costi – MPEG, Régis Munhoz Krás Borges – DTI/DCR-CNPq; Colaboradores: José de Arimatéia Costa de Almeida – UFPA, Gilmara Regina Lima Feio – UFPA; Cândido Augusto Veloso Moura – UFPA, Kazuo Fuzikawa – CDTN/CNEN, Raimundo Netuno Nobre Villas – UFPA, Flávio Rocha – UFRGS, Leandro Ulmann – UFRGS; Colaboradores eventuais: Cláudio Nery Lamarão – UFPA, Artur Cezar Bastos Neto – UFRGS, Adriana M. Coimbra Horbe – UFAM, Nilson Pinto Teixeira – UFPA, Carlos Eduardo de Mesquita Barros – UFPA José Maximino T. M. Ferron – Mineração Taboca, Kurt Kyser-Departament Geological Sci & Geological Eng., Queen’s University/Canadá, Michel Pichavant- Institut de Sciences de la Terre d’Orleans/França, O. Tapani Rämö – Dep. of

Geology. University of Helsinki/ Finlândia; Bolsistas: Régis Munhoz Krás Borges – DTI, Kátia Regina de Brito Pereira – DTI, Gilmara Regina Lima Feio – PIBIC-CNPq; Doutorando: Régis Munhoz Krás Borges – UFPA; Graduandos: José de Arimatéia Costa de Almeida- UFPA e Gilmara Regina Lima Feio – UFPA.

Subprojeto Cu (Au-Ag) Breves/PA – Caracterização Geológica e Metalogenética do Depósito de Cu⁺/₂ (Au, W, Ag e Sn) de Breves, Carajás

Coordenador: Nilson Francisquini Botelho – UnB; Autores: Nilson Francisquini Botelho – UnB, Márcia Abrahão Moura – UnB, Luciana Miyahara Teixeira – IBAMA, Gema Ribeiro Olivo – Queen’s University/CA, Lys Matos Cunha – UnB; Colaboradores: Jéssica B. Carvalho – CVRD, Carlos Augusto Medeiros – CVRD, Rodrigo Malheiros Pontes – UnB, Francisca R. Freitas – UnB, Mariela Ulloa Santana – UnB, Dângelo Gonçalves Silva – UnB; Bolsistas: Luciana Miyahara Teixeira – DTI, Adriana de Brito Pereira – DTI; Graduandos: Stella Bijos – UnB.

Subprojeto Bauxita de Paragominas/PA – Caracterização Geológica, Estratigráfica e Mineralógica das Bauxitas de Paragominas, Estado do Pará

Coordenador: Basile Kotschoubey – UFPA; Autores: Basile Kotschoubey – UFPA, José Maria Calaf Calaf – UFPA, Augusto Célio Costa Lobato – UFPA, Alessandro Sabá Leite – UFPA, Carlos Henrique Duarte Azevedo – UFPA; Colaboradores: Werner Truckenbrodt – UFPA, Érica Viana – UFPA; Bolsistas: Kirkpatrick Moreira Neto – DTI, Alessandro Sabá Leite – DTI; Mestrandos e Doutorandos: Augusto Célio Costa Lobato – UFPA, José Maria Calaf Calaf – UFPA; Graduandos: Carlos Henrique Duarte Azevedo – UFPA, Marcos Soares de Oliveira – UFPA

VI. INFRA-ESTRUTURA FÍSICA

As instituições de pesquisa executoras dos dez subprojetos (UFPA, UFMT, UnB, UFMG, UFBA, UFRGS, UNSINOS) e associadas (FUAM/AM, UNICAMP e Museu Paraense Emílio Goeldi,) forneceram a infraestrutura física básica necessária à realização das atividades de pesquisa: salas de pesquisadores, litotecas, bibliotecas, laboratórios de preparação de amostras, laminação, informática, petrografia, raio X, microscopia de luz transmitida e refletida, análises químicas, sensoriamento remoto e cartografia. As empresas intervenientes co-executoras (CVRD, CVRD Fe, CVRD Mn, Anglo American, Mineração Taboca e Mineração Santa Elina)

disponibilizaram facilidades e infra-estrutura de campo de grande valia, dentre elas: helicóptero, veículos, alojamentos, restaurantes, litotecas e preparação de amostras, além de disponibilizar o tempo de seus técnicos para acompanhamento e/ou realização de tarefas específicas.

Dentre os laboratórios especializados que forneceram infra-estrutura e prestaram serviços, remunerados ou não, ao Projeto cabe destaque a:

- Análises Geocronológicas: Pb-Pb, e Sm-Nd, Laboratório Pará-Iso da CG/UFPA; Sm-Nd, U-Pb e Rb-Sr, Laboratório de Geocronologia IG/UnB; K-Ar e Rb-Sr, Laboratório de Geocronologia do IG/UFRGS; $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ em OH-Mn, Laboratório UQ-AGES, University of Queensland/Brisbane-Austrália; Re-Os, Colorado State University – USA; U-Pb SHRIMP, University of Western Australia/Austrália.
- Análises de Isótopos Estáveis – Enxofre (S): Scottish University Environment Research Centre – SUERC, East Kilbride/Escócia – Reino Unido; Isotope Laboratory, Queen’s University/ Department of Geological Sciences and Geological Engineering, Kingston/Ontário – Canadá; University of Calgary – Canadá; Oxigênio, Hidrogênio e Carbono (O, H e C): Council for Geosciences Laboratory – Pretória/África do Sul; Laboratório de Geoquímica Isotópica – LABISE – UFPE; Estrôncio (Sr): Laboratório de Geocronologia do IG/UnB.
- Análises Químicas de Elementos Maiores, Traços e Terras Raras: Laboratório da ActLab – Lancaster – Ontário/ Canadá e Acme Brasil; Laboratório Lakefield/Geosol, Belo Horizonte, Minas Gerais.
- Análises de Química Mineral: Laboratório de Microsonda Eletrônica do IG/UnB – Brasília/DF; Laboratório do Centro Microsonda Eletrônica da UFRGS – Porto Alegre/RS; Laboratório de Microsonda Eletrônica do IG/USP – São Paulo/SP; Laboratório de Micro-Análises do Consórcio UFMG/CDTM.
- Análises de Microtermometria de Inclusões Fluídas: Laboratório de Inclusões Fluídas do IG/ UNICAMP – Campinas/SP; Laboratório de Inclusões Fluídas do PPGeo/UNISINOS – São Leopoldo/RS; Laboratório de Inclusões Fluídas do CDTN/CNEN – Belo Horizonte/MG; Laboratório de Inclusões Fluídas do IG/UFRGS – Porto Alegre/RS.
- Análises de Espectrometria de Refletância: Laboratório de Espectrometria de Refletância do IG – UNICAMP/SP.
- Análises de ICP – MS: Laboratório de ICP – MS do IG/USP – São Paulo/SP.

- Análises Mössbauer: Laboratório do CDTN/CNEN – Belo Horizonte/MG.
- Análises de Microscopia Eletrônica de Varredura: Laboratório LABMEV do CG/UFPA; Laboratório de EPS e DRX do IG/UFRGS – Porto Alegre/RS; Laboratório de MEV, EDS e DRX da UFSC – Florianópolis/SC e Laboratório de Espectrometria RAMAN da UNICAMP – Campinas/SP, Laboratório do Centro de Microsonda Eletrônica UFRGS.

VII. CONVÊNIOS E TERMOS DE COMPROMISSO

A ADIMB, como responsável efetiva pelas atividades do Projeto, assinou convênios com o DNPM e com a FINEP, e termos de compromisso com os dez coordenadores dos subprojetos e com as empresas copromotoras.

O Convênio com o FNDCT/FINEP – CT-Mineral (Ref. 1507/01) conferiu à ADIMB responsabilidade técnico-científica, administrativa e financeira sobre o Projeto, com o compromisso de realizar estudos geológicos regionais e de detalhe em dez (10) depósitos mineraiis de distritos mineiros da Amazônia, em amplo espectro de situações geológicas e distribuição geográfica.

O Convênio de Cooperação Técnica assinado com o DNPM teve o objetivo geral de ações conjuntas para implementação de estudos, projetos e serviços direcionados ao desenvolvimento da indústria mineral brasileira, com meta imediata de cumprir o Plano de Trabalho do Projeto Caracterização de Depósitos Mineraiis em Distritos Mineiros da Amazônia, em conformidade com o Convênio ADIMB/FINEP.

Com cada um dos dez coordenadores a ADIMB firmou Termos de Compromisso, pelos quais os pesquisadores assumiram responsabilidade pela coordenação e execução dos subprojetos, conforme discriminado em documentos anexados nos quais foram especificados objetivos, atividades e resultados esperados, assim como o Cronograma Previsional de Tarefas para atingir os objetivos fixados no Plano de Trabalho do Projeto. Mediante orientação geral, foi dada plena liberdade aos coordenadores para definirem suas equipes de trabalho, bolsistas DTI, prestadores de serviços eventuais remunerados, laboratórios analíticos no País ou no exterior, e comando relativo a seu subprojeto. Em contrapartida a ADIMB comprometeu-se a garantir aos subprojetos recursos e facilidades necessárias e suficientes para a boa execução das tarefas/pesquisas previstas. Foi reservado também aos coordenadores e colaboradores o direito às publicações parciais que julgassem pertinentes em revistas

especializadas, após a publicação dos textos integrais pelo DNPM/ADIMB/CT-Mineral-FINEP, observados os seis meses de confidencialidade.

VIII. RECURSOS PARA O PROJETO

Foram solicitados ao CT-Mineral – FNDCT/FINEP recursos financeiros para custeio no valor de R\$ 1.001.116,00 e de R\$ 251.013,60 para bolsas. Estes foram repassados pela FINEP diretamente ao CNPq e destinados a 10 bolsas DTI em período de 24 meses. A FINEP não transferiu à ADIMB a última parcela (R\$ 105.196,00) dos recursos previstos no Convênio assinado, tendo o montante efetivo dos repasses da FINEP à ADIMB atingido o valor de R\$ 895.920,00.

O DNPM comprometeu-se com contrapartida ao Projeto em recursos financeiros de R\$ 237.456,00, parte dos quais destinados à editoração e publicação dos 1.500 exemplares do relatório final do projeto. Todos os recursos financeiros de responsabilidade do DNPM foram remetidos à ADIMB.

As empresas co-promotoras e co-financiadoras do Projeto (CVRD, CVRD Fe, CVRD Mn, AngloGold Ashanti, Anglo American, Mineração Taboca e Mineração Santa Elina) contribuíram com recursos financeiros e facilidades (despesas pagas diretamente) no valor total de R\$ 237.456,00.

A contribuição, em recursos não financeiros, relativos a disponibilização de pessoal, salas, laboratórios, veículos, serviços e outros, por parte da ADIMB e das sete universidades executoras (UFPA, UFMT, UFMG, UFBA, UFRGS, UnB e UNISINOS) foi estimada inicialmente em R\$ 2.121.243,00.

Suportada pelos recursos acima referidos, a ADIMB comprometeu-se a disponibilizar ao estudo de cada depósito recursos de R\$ 126.773,00 para diárias, passagens aéreas, material de consumo, serviços de terceiros pessoa jurídica e serviços de terceiros pessoa física, além de uma bolsa DTI por 24 meses e facilidades. Quatro subprojetos gastaram recursos superiores ao disponibilizado no Termo de Compromisso e seis inferiores.

Os recursos destinados aos seminários do Projeto, à editoração e publicação dos textos finais, encargos sociais, despesas bancárias para pagamentos no exterior e outros gastos, foram administrados diretamente pela ADIMB.

IX. RESULTADOS GERAIS

O Projeto, como previsto, caracterizou dez depósitos minerais da Amazônia brasileira. Com maior ou menor ênfase em cada depósito e sempre que as características do alvo permitiam a caracterização dos depósitos envolveu:

- O enquadramento do depósito na geologia e na tectônica regional e local;
- A elaboração de mapas de síntese geológica regional e de detalhamento local;
- A definição da litoestratigrafia das unidades encaixantes e da petrografia das rochas ígneas associadas e dos produtos de alteração hospedeiros dos depósitos;
- O detalhamento da geologia e controles dos depósitos minerais;
- O estabelecimento das paragéneses minerais associadas ao processo mineralizador, dos diferentes tipos de minério e de seus subprodutos;
- A identificação e descrição dos diferentes tipos, fases e épocas de mineralização, bem como de suas respectivas temperaturas de precipitação;
- A determinação, por vários métodos, das idades das rochas encaixantes dos minérios, das intrusivas associadas, das rochas hidrotermalizadas e dos minerais de minério;
- O estabelecimento do comportamento geoquímico, em elementos maiores, menores e das terras raras, das rochas ígneas, das rochas hidrotermalizadas e dos minérios. Elaboração de diagramas petrológicos, visando a definição do ambiente tectônico;
- A definição do quimismo das soluções mineralizadoras, da origem dos fluidos e das condições de transporte e deposição dos elementos constituintes dos minérios;
- O detalhamento da química mineral e das relações isotópicas de S, C, O e H dos minerais de minério e das gangas;
- A discussão e análise crítica dos resultados obtidos nos diferentes enfoques da pesquisa e proposição de seus significados e aplicações ao conhecimento do depósito;
- A comparação e correlação dos depósitos com outros de características similares;
- A proposição de contextos geotectônicos e de modelos genéticos para os depósitos; e
- A proposição de critérios prospectivos e de vetores guias para pesquisa de depósitos minerais com características similares.

As características e os resultados específicos de cada um dos subprojetos referenciados são apresentados em detalhe nos dez capítulos seguintes deste compêndio.

XI. ÍNDICE GERAL

1. Apresentação – O Projeto Caracterização de Depósitos Minerais em Distritos Mineiros da Amazônia

- Coordenação: Onildo João Marini – ADIMB, Emanuel Teixeira de Queiroz – DNPM, Benedicto Waldir Ramos – ADIMB
2. Alvo Fe-Carajás/PA – A Mineralização Hidrotermal de Ferro da Província Mineral de Carajás – Controle Estrutural e Contexto na Evolução Metalogenética da Província.
Coordenação: Lydia Maria Lobato – UFMG e Carlos Alberto Rosière – UFMG
 3. Alvo Zn-Cu-Au Aripuanã/MT – Caracterização do Depósito Polimetálico (Zn, Pb, Ag, Cu-Au) de Aripuanã, Estado do Mato Grosso
Coordenação: Jayme Alfredo Dexheimer Leite – UFMT
 4. Alvo Cu Sedimentar/RO – Geologia e Metalogenia do Alvo Cobre-Rondônia/RO
Coordenação: Marcel Auguste Dardenne – UnB
 5. Alvo Mn do Azul/PA – O Depósito de Manganês do Azul, Carajás: Estratigrafia, Mineralogia, Geoquímica e Evolução Geológica
Coordenação: Marcondes Lima da Costa – UFPA
 6. Alvo Cu-Au do Breves/PA – Caracterização Geológica e Metalogenética do Depósito de Cu⁺ (Au, W, Ag e Sn) de Breves, Carajás
Coordenação: Nilson Francisquini Botelho – UnB
 7. Alvo Cu-Au Estrela/PA – Caracterização Geológica do Depósito de Cu-Au Estrela, Carajás
Coordenação: Zara Gerhardt Lindenmayer – UNISINOS
 8. Cu-Au do Cinzento/PA – Geologia e Mineralizações de Fe-Cu-Au do Alvo GT-46 (Igarapé Cinzento), Carajás
Coordenação: Maria da Glória da Silva – UFBA
 9. Sn de Pitinga/AM – Depósitos de Sn das Minas de Pitinga, Estado do Amazonas
Coordenação: Roberto Dall’Agnol – UFPA
 10. Criolita de Pitinga/AM – A Jazida de Criolita da Mina Pitinga (Amazonas)
Coordenação: Artur César Bastos Neto – UFRGS
 11. Bauxita de Paragominas/PA – Caracterização e Gênese dos Depósitos de Bauxita da Província Bauxitífera de Paragominas, Noroeste da Bacia do Grajaú, Nordeste do Pará/Oeste do Maranhão.

REFERÊNCIA

- Marini, O. J. – 2000 (Editor) – Desenvolvimento Metodológico para Exploração Mineral na Amazônia proposta Síntese. ADIMB – Brasília/DF, 38 p.

