

INFORME DE RECURSOS MINERAIS

PROGRAMA GEOLOGIA DO BRASIL

*Série Insumos Minerais
para Agricultura, nº 16*



ROCHAS CARBONÁTICAS DO ESTADO DE RONDÔNIA

Porto Velho – 2015

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
SECRETARIA DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO MINERAL
SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM

Diretoria de Geologia e Recursos Minerais
Departamento de Recursos Minerais
Divisão de Minerais e Rochas Industriais

Programa Geologia do Brasil

**ROCHAS CARBONÁTICAS DO
ESTADO DE RONDÔNIA**

CONVÊNIO DE COOPERAÇÃO TÉCNICO-CIENTÍFICO CPRM/SEAGRI-RO

ESTADO DE RONDÔNIA

INFORME DE RECURSOS MINERAIS
Série Insumos Minerais para Agricultura, nº 16



PORTO VELHO
2015

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
SECRETARIA DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO MINERAL
SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM

Diretoria de Geologia e Recursos Minerais
Departamento de Recursos Minerais
Divisão de Minerais e Rochas Industriais

Programa Geologia do Brasil

ROCHAS CARBONÁTICAS DO ESTADO DE RONDÔNIA

INFORME DE RECURSOS MINERAIS

Série Insumos Minerais para Agricultura, nº 16

PROGRAMA GEOLOGIA DO BRASIL. EXECUTADO EM CONVÊNIO SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM/ SECRETARIA DE AGRICULTURA, PECUÁRIA E REGULARIZAÇÃO FUNDIÁRIA DE RONDÔNIA – SEAGRI-RO

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM
DIDOTE – Processamento Técnico

Oliveira, Carlos Eduardo Santos de

Rochas carbonáticas do estado de Rondônia / Carlos Eduardo Santos de Oliveira et al. - Porto Velho: CPRM, 2015.
132 p. : il. (Informe de Recursos Minerais. Série Insumos Minerais para Agricultura, 16)

Programa Geologia do Brasil
ISBN: 978-85-7499-245-7

1. Geologia Econômica. 2. Economia Mineral. 3. Rochas Carbonáticas. 4. Rondônia.
I. Oliveira, Carlos Eduardo Santos de. II. Título. III. Série.

CDD: 553.098175

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
SECRETARIA DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO MINERAL
SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM

Diretoria de Geologia e Recursos Minerais

Departamento de Recursos Minerais

Divisão de Minerais e Rochas Industriais

Programa Geologia do Brasil

ROCHAS CARBONÁTICAS DO ESTADO DE RONDÔNIA

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA

Carlos Eduardo de Souza Braga

Ministro de Estado

**SECRETARIA DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO E
TRANSFORMAÇÃO MINERAL**

Carlos Nogueira da Costa Junior

Secretário

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM

Manoel Barretto da Rocha Neto

Diretor-Presidente

Roberto Ventura Santos

Diretor de Geologia e Recursos Minerais

Stênio Petrovich Pereira

Diretor de Hidrologia e Gestão Territorial

Antônio Carlos Bacelar Nunes

Diretor de Relações Institucionais e Desenvolvimento

Eduardo Santa Helena

Diretor de Administração e Finanças

Francisco Valdir Silveira

Chefe do Departamento de Recursos Minerais

Vanildo Almeida Mendes

Chefe da Divisão de Minerais e Rochas Industriais

Patrícia Düringer Jacques

Chefe de Divisão de Geoprocessamento

Paulo Roberto Macedo Bastos

Chefe da Divisão de Cartografia

Ernesto von Sperling

Chefe do Departamento de Relações

Institucionais e Divulgação

José Márcio Henriques Soares

Chefe da Divisão de Marketing e Divulgação

RESIDÊNCIA PORTO VELHO

Edgar Romeo Herrera de Figueiredo Iza

Chefe da Residência

Ruy Benedito Calliari Bahia

Coordenador Executivo

Cassiano Costa e Castro

Assistente de Produção de Geologia

e Recursos Minerais

Marcos Luiz do Espírito Santo Quadros

Assistente de Relações Institucionais

e Desenvolvimento

GOVERNO DO ESTADO DE RONDÔNIA

Confúcio Aires Moura

Governador do Estado de Rondônia

**SECRETARIA DE AGRICULTURA, PECUÁRIA E
REGULARIZAÇÃO FUNDIÁRIA**

Evandro César Padovani

Secretário

COMPANHIA DE MINERAÇÃO DE RONDÔNIA

Moisés de Almeida Góes

Diretor-Presidente

José Pierre Matias

Diretor Operacional

Henrique G. de Barros Correa

Geólogo

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
SECRETARIA DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO MINERAL

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM

Diretoria de Geologia e Recursos Minerais

Departamento de Recursos Minerais

Divisão de Minerais e Rochas Industriais

ROCHAS CARBONÁTICAS DO ESTADO DE RONDÔNIA

EQUIPE TÉCNICA

Coordenação Geral

Francisco Valdir Silveira

Coordenação Técnica Nacional

Ruben Sardou Filho

Assistente de Produção de Geologia e Recursos Minerais

Cassiano Costa e Castro

Assistente de Produção de Relações Institucionais e Desenvolvimento

Marcos Luiz do Espírito Santo Quadros

Executores do Informe

Carlos Eduardo Santos de Oliveira

Gustavo Alexandre Silva

Ruben Sardou Filho

Mylène Berbert-Born

Rafael Costa da Silva

Luiz Gustavo Rodrigues Pinto

Digitalização e Editoração de Figuras

Carlos Eduardo Santos de Oliveira

Gustavo Alexandre Silva

Mylène Berbert-Born

Compatibilização e Revisão Geral

Carlos Eduardo Santos de Oliveira

Mylène Berbert-Born

Ruben Sardou Filho

Anderson Alves de Souza

Marcos Luiz do Espírito Santo Quadros

Responsável Técnico

Carlos Eduardo Santos de Oliveira

Normalização e Documentação

Terezinha de Jesus Fôro

Coordenação de Revisão Bibliográfica

Roberta Pereira da Silva de Paula

Organização, Preparo e Controle da Editoração Final

Alan Dussel Schiros

COLABORAÇÃO TÉCNICA

Anderson Alves de Souza – REPO

Marcos Luiz do Espírito Santo Quadros – REPO

Rodrigo Rodrigues Adorno – REPO

Miqueias Barroso – SUREG/MA

APOIO TÉCNICO

Antonienta Gaudeano Lelo

Boaz Delfino de Souza

Cynara Maria Holanda Freire Di Domenico

Luiz Rogerio da Silva

Maria Rosalva Campos Coelho

Mario Sergio dos Santos

Pâmela Emanuelle Silva

Terezinha de Jesus Fôro

Editoração para publicação

UNIKA Editora

EDIÇÃO DO PRODUTO

Diretoria de Relações Institucionais e Desenvolvimento

Departamento de Relações Institucionais e Divulgação – DERID - Ernesto von Sperling

Divisão de Marketing e Divulgação – DIMARK - José Márcio Henriques Soares

APRESENTAÇÃO

O Ministério de Minas e Energia, através da Serviço Geológico do Brasil – CPRM e o Governo do Estado do Rondônia, por meio da Secretaria de Agricultura, Pecuária e Regularização Fundiária – SEAGRI tem a grata satisfação de disponibilizar aos rondonienses, à comunidade técnico-científica e aos empresários do setor mineral, mais um produto do Programa Geologia do Brasil denominado Rochas Carbonáticas do Estado de Rondônia, com recursos oriundos do PAC (Programa de Aceleração do Crescimento) do Governo Federal.

Este produto reúne as informações geológicas e geoquímicas referentes às rochas carbonáticas, acrescido de dados sobre a produção de calcário agrícola no Estado de Rondônia. No desenvolvimento do Projeto foram realizados levantamentos geológicos de detalhe na mina de calcário Félix Fleury e em áreas de ocorrências de rochas carbonáticas, além da coleta de informações sobre a produção e consumo de calcário agrícola no estado.

Com este produto, o Estado de Rondônia conta com mais um instrumento para orientar novos investimentos de empresas interessadas na produção de calcário agrícola e pesquisa mineral de rochas carbonáticas. Nesse sentido, o relatório se projeta como referência para o planejamento de novos investimentos, o que acrescenta importância ao presente trabalho.

Com mais este lançamento, o Serviço Geológico do Brasil – CPRM, através do Programa Geologia do Brasil dá continuidade à política governamental de aumentar o conhecimento geológico do país, seja com a retomada dos levantamentos geológicos básicos, dos levantamentos geofísicos, das integrações geológicas estaduais ou mesmo com foco em trabalhos temáticos, a exemplo deste projeto, contribuindo para o desenvolvimento regional, subsidiando a formulação de políticas públicas e decisão de novos investimentos.

Merece destaque o empenho de todos os autores e colaboradores para a concretização desta obra, a qual realça a importância das parcerias do Governo Federal com o Estado de Rondônia, não somente pela concepção desse produto, mas como ferramenta indutora para o setor mineral, com efeitos diretos na geração de empregos, renda e desenvolvimento social, à luz da sustentabilidade ambiental.

MANOEL BARRETTO DA ROCHA NETO
Diretor-Presidente

ROBERTO VENTURA SANTOS
Diretor de Geologia e Recursos Minerais

RESUMO

Este trabalho reúne informações de relevante interesse do setor mineral no Estado de Rondônia, enfocando dados geológicos, potencialidades minerais, direitos minerários, aspectos ambientais, socioeconômicos e de infraestrutura, tendo como alvo as ocorrências de rochas carbonáticas no Estado de Rondônia. O relatório apresenta uma evolução na cartografia geológica, detalhando os principais alvos potenciais para produção de rochas carbonáticas. Foram realizadas análises químicas de amostras de carbonatos visando agregar mais informações aos depósitos já pesquisados pelo Serviço Geológico do Brasil – CPRM. Foram realizados levantamentos espeleológicos na área da Mina de calcário Félix Fleury – maior depósito de calcário do Estado – visando um melhor entendimento do sistema cárstico presente e das limitações exploratórias que patrimônio natural ali existente impõe à atividade minerária. Também foram avaliadas as condições de carstificação nos demais alvos potenciais com a pretensão de reconhecer os seus fatores condicionantes e, ao mesmo tempo, inventariar novas cavidades naturais subterrâneas e outros elementos naturais associados, protegidos por lei, antecipando orientações de boas práticas ambientais para o melhor aproveitamento do recurso mineral. Na área da mina de calcário Félix Fleury também foi realizado um levantamento geofísico terrestre por meio do emprego da técnica da eletrorresistividade com o arranjo dipolo-dipolo com o objetivo de avaliar a existência de cavidades subterrâneas não aflorantes e outras descontinuidades existentes em sub superfície numa extensão da área da principal frente de lavra, atualmente desativada. Dentro de determinado polígono, esse levantamento permitiu visualizar áreas mais favoráveis a novas frentes de lavra. Adicionalmente, foi elaborado um diagnóstico técnico-econômico sobre os insumos minerais levando em conta a produção, consumo e impactos ambientais decorrentes da atividade minerária, com indicações quanto à sustentabilidade da produção mineral e atendimento da demanda futura.

ABSTRACT

This work gathers a range of information of interest to the mineral sector in the State of Rondônia, focusing on geological, mineral potential, mineral rights, socioeconomic and infrastructure, targeting the occurrences of carbonate rocks of the State of Rondônia. This report presents an evolution on geological mapping, with meeting all the targets with potential of carbonate rocks, as surveyed by Geological Survey of Brazil – CPRM, listing the occurrence and distribution of deposits, new geochemical data were incorporated as well as study of deposits. In the largest known deposit in the state of Rondônia, the Félix Fleury mine, in the Pimenta Bueno region were conducted intensive work such as recognition of the existing cave system in the area. Also groundwork geophysical studies with the use of the technique of resistivity with the dipole-dipole method, as a tool to detect caves and another discontinuities at subsurface, and by this way visualize more favorable areas for new mining fronts. Finally, it was discussed a technical-economic diagnosis of the consumption of the mineral under study taking into account production, consumption and environmental impact derived from the mine activity, indicating the sustainability of the mineral production and cover of the future demand which, besides identifying the sources of supply and their restrictions, subsidies encourage them to act as an attraction for investment projects in mineral- industry. To consolidate the diagnosis, is proposed a mining land use, represented by a macro-zoning, bounded by three different planning scenarios.

SUMÁRIO

1 – INTRODUÇÃO.....	17
1.1 - OBJETIVOS E JUSTIFICATIVAS.....	17
1.2 - METODOLOGIA	18
1.3 - PRINCIPAIS FONTES DE INFORMAÇÕES.....	19
2 – ASPECTOS SOCIOECONÔMICOS E INFRAESTRUTURA.....	21
2.1 - PERFIL DEMOGRÁFICO	23
2.2 - A DIMENSÃO ECONÔMICA.....	23
2.2.1- Emprego e Renda nos Municípios na Região do Projeto.	25
2.3 - INFRAESTRUTURA DO ESTADO DE RONDÔNIA.....	26
3 – CONTEXTO GEOLÓGICO REGIONAL	33
3.1 - CRÁTON AMAZÔNICO.....	33
3.2 - BACIA DOS PARECIS.....	33
3.3 - ESTRATIGRAFIA DA BACIA DOS PARECIS	35
3.3.1 - Megassequência Ordoviciano-Siluriano.....	35
3.3.2 - Megassequência Devoniano	35
3.3.3 - Megassequência Carbonífero-Permiano	35
3.3.4 - Megassequência Juro-Cretáceo	36
3.3.5 - Cenozoico	36
4 – GEOFÍSICA DE PROSPECÇÃO.....	37
4.1 - LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO GEOFÍSICO	37
4.2 - FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	37
4.2.1 - Técnica de Aquisição de Dados.....	38
4.2.2 - Metodologia do Trabalho Geofísico	39
4.3 - RESULTADOS DA APLICAÇÃO DA ELETRORRESISTIVIDADE	39
4.4 - DISCUSSÃO DO RESULTADOS DA ELETRORRESISTIVIDADE	39
5 – POTENCIAL MINERAL DOS ALVOS.....	53
5.1 - ALVO PIMENTA BUENO	53
5.1.1 - Localização e Acessos.....	53
5.1.2 - Geologia Local	54
5.1.3 - Litogeoquímica	59
5.1.4 - Integração e Análise dos Dados do Projeto Presidente Hermes	61
5.2 - ALVO CHUPINGUAIA	64
5.2.1 - Localização e Acessos.....	65
5.2.2 - Geologia Local	65
5.2.3 - Litogeoquímica	70
5.3 - ALVO NOVA BRASILÂNDIA	72
5.3.1 - Localização e Acessos.....	72
5.3.2 - Geologia Local	72
5.3.3 - Litogeoquímica	74

5.4 - ALVO ALTO ALEGRE DOS PARECIS	75
5.4.1 - Localização e Acessos.....	75
5.4.2 - Geologia local.....	75
5.4.3 - Litogeoquímica	81
5.5 - ALVO PARECIS	82
5.5.1 - Localização e Acessos.....	83
5.5.2 - Geologia Local	83
5.5.3 - Litogeoquímica	88
5.6 - ALVO ABUNÃ.....	88
6 – ASPECTOS AMBIENTAIS	91
6.1 - IMPACTOS RELACIONADOS À PESQUISA MINERAL.....	91
6.2 - IMPACTOS RELACIONADOS À EXPLOTAÇÃO MINERAL	91
6.3 - RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS.....	93
6.4 - CAVIDADES NATURAIS SUBTERRÂNEAS (CAVERNAS)	94
7 – DIREITOS MINERÁRIOS	97
7.1 - LEGISLAÇÃO MINERAL E AMBIENTAL.	97
7.2 - LEGISLAÇÃO AMBIENTAL.....	99
8 – DIAGNÓSTICO TÉCNICO-ECONÔMICO	101
8.1 - EXPLOTAÇÃO DE CALCÁRIO AGRÍCOLA NO ESTADO DE RONDÔNIA	101
8.1.1 - Operação da Lavra e Beneficiamento na Mina Félix Fleury.....	101
8.2 - PRODUÇÃO DE CALCÁRIO AGRÍCOLA.....	103
8.2.1 - Produção de Calcário Agrícola no Brasil	103
8.2.2 - Produção de Calcário Agrícola no Estado de Rondônia	104
8.3 - QUALIDADE DO PRODUTO	107
8.4 - CONSUMO E PREÇOS PRATICADOS	108
8.5 - USO DO CALCÁRIO NA AGRICULTURA	109
8.6 - PERSPECTIVAS DE DEMANDA DE CALCÁRIO AGRÍCOLA NO ESTADO DE RONDÔNIA (2014-2030)	110
8.6.1- Consumo de Calcário Agrícola no Estado de Rondônia	110
8.6.2 - Perspectivas de Demanda.....	111
8.6.3 - Avaliação e Previsão de Exaustão dos Recursos Estimados.....	112
9 – CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	117
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	121
LISTAGEM DOS INFORMES DE RECURSOS MINERAIS	125

SIGLAS E ABREVIATURAS

ANTAQ – AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES AQUAVIÁRIOS

CMR – COMPANHIA DE MINERAÇÃO DE RONDÔNIA

DER – DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM

DNIT – DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES

DNPM – DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL

EFMM – ESTRADA DE FERRO MADEIRA MAMORÉ

EIA – ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL

FEPASA – FERROVIA PAULISTA S.A

FICO – FERROVIA DE INTEGRAÇÃO DO CENTRO-OESTE

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA

IDHM – ÍNDICE DE DESENVOLVIMENTO HUMANO

PAC – PROGRAMA DE ACELERAÇÃO DO CRESCIMENTO

PCA – PLANO DE CONTROLE AMBIENTAL

PETROBRAS – PETRÓLEO BRASILEIRO S.A.

PIB – PRODUTO INTERNO BRUTO

RIMA – RELATÓRIO IMPACTO AMBIENTAL

SEAGRI-RO – SECRETARIA DE AGRICULTURA, PECUÁRIA E REGULARIZAÇÃO FUNDIÁRIA DE RONDÔNIA

SEPLAN – SECRETARIA DE ESTADO DO PLANEJAMENTO E COORDENAÇÃO GERAL DE RONDÔNIA

SOPH – SOCIEDADE DE PORTOS E HIDROVIAS

ROCHAS CARBONÁTICAS DO ESTADO DE RONDÔNIA

1 – INTRODUÇÃO

O Projeto Rochas Carbonáticas do Estado de Rondônia é fruto de uma ação conjunta dos Governos Federal e Estadual, no sentido de ampliar o conhecimento geológico do Estado de Rondônia, dando ênfase na caracterização dos depósitos de calcário empregados na agricultura como corretivo de solo. O agronegócio no estado de Rondônia conta com um imenso potencial de produção e competitividade, porém é necessário investimentos nos setores capazes de reduzir os custos de produção, tornando o agronegócio do Estado mais forte, competitivo e eficiente.

O calcário é o principal insumo utilizado como corretivo da acidez dos solos, sendo indispensável para agricultura, representando um importante fator determinante dos preços finais da produção agrícola. O Estado de Rondônia tem atualmente quase que toda sua demanda de calcário atendida por meio de importações do Estado de Mato Grosso. Estas importações elevam o custo final de produção, tornando o agronegócio do Estado menos competitivo.

Segundo dados da Secretaria de Estado do Planejamento e Coordenação Geral de Rondônia (SEPLAN-RO), o setor agropecuário tem o segundo maior peso na economia de Rondônia. Este setor participa efetivamente com cerca de 21,50% da produção interna do Estado, tendo o maior ganho no setor dos agronegócios dentre todos os estados da Região Norte entre os anos de 2002 e 2010. A agricultura contribui consideravelmente no desempenho do setor agropecuário em Rondônia, cita-se a produção de café, cacau, feijão, milho, arroz, soja, mandioca e outras culturas das lavouras temporárias e permanentes. A safra de grãos em 2009/2010 alcançou 942,8 mil toneladas, uma variação positiva de 10,5% em relação à safra anterior, ocupando o 3º lugar na região Norte.

A pecuária bovina é outro importante ramo do agronegócio do Estado de Rondônia. O rebanho atual é de aproximadamente 11,8 milhões de cabeças, sendo um dos maiores do país. Em 2010 Rondônia exportou cerca de 50% de sua produção de carne bovina para o Egito, Reino Unido, Venezuela, China e outros. A produção de leite também merece destaque, com cota anual de 802,9 milhões de litros e produtividade de 742 litros/vaca/ano, maior que a média da região Norte que é de 673 litros/vaca/ano.

Para suprir a demanda crescente de calcário em Rondônia, este projeto desenvolveu a pesquisa geológica no sentido de caracterizar as rochas carbonáticas em áreas potenciais previamente identificadas, bem como o estudo de novas áreas potenciais com possibilidade de ocorrência deste recurso mineral.

As diversas ocorrências de rochas carbonáticas conhecidas no Estado de Rondônia, principalmente na região dos *grabens* de Pimenta Bueno e Colorado, apresentam um grande potencial econômico. Estes depósitos de carbonatos apresentam excelente qualidade para a utilização como corretivo de solos. O presente projeto apresenta contribuições positivas na estratégia de redução de custos de produção de insumos agrícolas por meio da utilização de matérias-primas locais, em substituição àquelas provenientes de outros estados, reduzindo o custo de produção e o déficit na balança comercial do estado, gerando empregos e divisas para Rondônia.

O produto gerado por meio da execução deste projeto, em parceria com o Estado de Rondônia através da SEAGRI, subsidiará a convivência harmoniosa entre o setor produtivo em apreço e as questões ambientais. Espera-se que sejam identificadas novas alternativas de reservas para produção de rochas carbonáticas em Rondônia, proporcionando maior segurança e conforto econômico para o setor agropecuário deste Estado.

1.1 - OBJETIVOS E JUSTIFICATIVAS

O objetivo principal do projeto Rochas Carbonáticas do Estado de Rondônia foi promover o reconhecimento geológico e pesquisar novas áreas de ocorrências de rochas carbonáticas no Estado com possibilidade para exploração, ampliando o conhecimento das reservas já identificadas, propondo controles para os impactos ambientais decorrentes da atividade produtiva nestes depósitos, bem como propor alternativas para problemas ambientais decorrentes da exploração das reservas futuras.

Ao todo foram escolhidos seis alvos onde a ocorrência de rochas carbonáticas já era conhecida ou indicada por estudos prévios. A única mina de calcário do estado detém o processo minerário no Departamento Nacional Produção Mineral (DNPM) sob o número 810.010/1975 em fase atual de concessão de lavra. Nesta mina foi realizado levantamento geofísico utilizando a técnica de eletrorresistividade com o objetivo de identificar e delimitar a existência de cavernas e descontinuidade em sub superfície, bem como orientar o direcionamento da frente de lavra.

Em complemento a lógica da temática desenvolvida, foram acrescentados estudos de cunho socioeconômico para os municípios detentores de alvos geológicos favoráveis. Sete municípios foram avaliados: Alto Alegre dos Parecis, Chupinguaia, Espigão d'Oeste, Nova Brasilândia d'Oeste, Pimenta Bueno, Parecis. O Município de Porto Velho também foi incluído nesta lista devido

à ocorrência do “Alvo Abunã”, localizado no distrito de Vista Alegre do Abunã, Município de Porto Velho.

A distribuição percentual dos processos minerários para a substância calcário no DNPM tem a seguinte relação nos seis municípios: Nova Brasilândia d’Oeste detém 64% do total de processos minerários, Pimenta Bueno 27% e Chupinguaia 9%. Existem 15 processos minerários em estágio de autorização de pesquisa para calcário dolomítico nos municípios de Novo Horizonte d’ Oeste e Castanheiras, localizados fora da área estudada, porém fazem fronteira com o município de Nova Brasilândia.

1.2 - METODOLOGIA

As áreas estudadas neste projeto estão compartimentadas em seis “Alvos” (Figura 1.1). Estes alvos compreendem áreas onde há registro de ocorrência de rochas carbonáticas previamente

cartografadas. A área que compreende os grabens de Pimenta Bueno e Colorado apresentam características geológicas que podem indicar possíveis novas ocorrências de carbonatos. Estas ocorrências podem estar relacionadas, principalmente, às bordas dos grabens de Pimenta Bueno e Colorado.

Inicialmente foram realizadas interpretações utilizando os diversos produtos de sensoriamento remoto disponíveis como: imagens de radar, satélite e SRTM - “Shuttle Radar Topography Mission”, fotografias aéreas e dados aerogeofísicos. Os dados obtidos pela integração destes produtos auxiliaram na elaboração das etapas de mapeamento geológico e confecção dos mapas.

Nas etapas de campo, primeiramente foi realizado um levantamento geofísico terrestre utilizando a técnica de eletrorresistividade através do método do caminhamento elétrico (CE) na Usina de

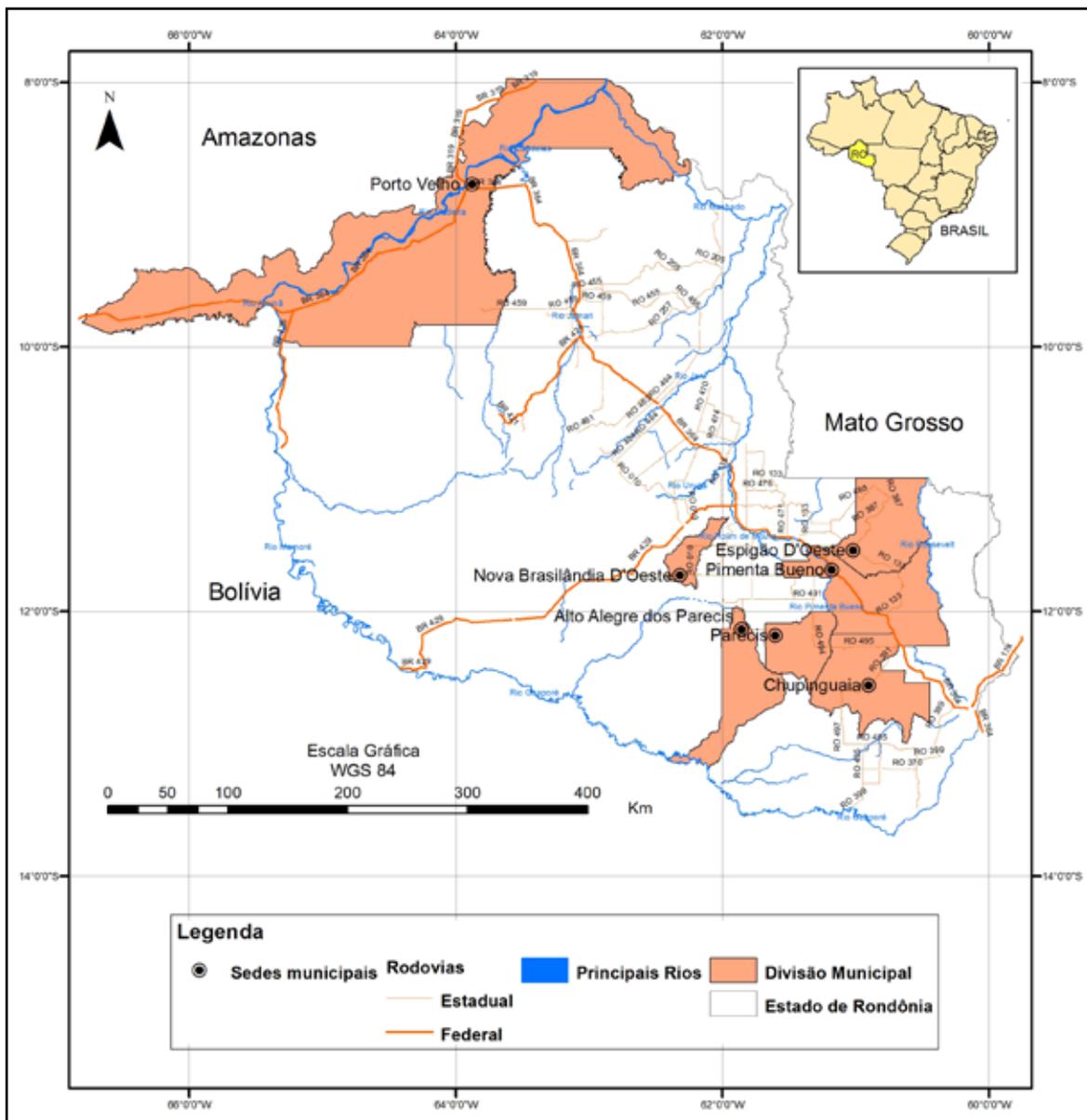


Figura 1.1 – Localização dos Alvos do Projeto Rochas Carbonáticas do Estado de Rondônia.

Calcário Félix Fleury, localizada no “Alvo de Pimenta Bueno”. Este levantamento permitiu a delimitação de cavidades e descontinuidades existentes em sub-superfície, auxiliando nos planejamentos do avanço da frente de lavra, bem como na indicação de novas ocorrências de calcário nesta mina.

Posteriormente, foi executado o reconhecimento geológico nas unidades litoestratigráfica dos *grabens* de Pimenta Bueno e Colorado, com o intuito de verificar a ocorrência de rochas carbonáticas nos alvos selecionados anteriormente. Adicionalmente foram realizadas etapas de campo visando a abordagem espeleológica, onde os resultados são objeto da publicação “Cavernas em Rochas Carbonáticas no Estado de Rondônia”, apensa ao presente relatório.

Excepcionalmente, para caracterização econômica do setor, foram levantadas informações sobre a exploração e suas particularidades, produção, áreas produtoras, consumo, reservas estimadas, preços praticados e os recursos humanos envolvidos.

A fase final do projeto compreendeu a integração, avaliação e compatibilização dos dados levantados e conclusão do relatório final.

1.3 - PRINCIPAIS FONTES DE INFORMAÇÕES

Foram consultados diversos projetos desenvolvidos pela CPRM no Estado de Rondônia a partir da década de 70, que serviram de bases para as definições das áreas de interesse. Dentre estes projetos destacam-se o Projeto Presidente Hermes (COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS, 1978), e o Projeto Usina de Beneficiamento de Calcário (COSTA, 1981), ambos na região da usina de calcário Félix Fleury de Rondônia, nos municípios de Pimenta Bueno e Espigão d’Oeste.

O projeto Primaz (1997) na região de Nova Brasilândia, é o pioneiro na descrição de rochas carbonáticas na porção sul do Graben de Pimenta Bueno. Em escala regional são relacionados os Mapas do Estado de Rondônia (SCANDOLARA *et. al*, 1999) e (QUADROS; RIZZOTTO, 2007).

2 – ASPECTOS SOCIOECONÔMICOS E INFRAESTRUTURA

O Estado de Rondônia, segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (Censo 2010), ocupa uma área de 237.590 km², representando 2,80% da área do País e 6,17% da Região Norte, com uma população de 1.562.409 habitantes (0,82% e 9,84%, do País e Região Norte respectivamente) e densidade de 6,58 habitantes por km².

O Estado de Rondônia está localizado na Região Norte, tendo como limites os estados do Mato Grosso a leste, Amazonas ao norte, Acre a oeste e a República da Bolívia a oeste e sul. A divisão política do Estado é formada por 52 municípios agrupados em oito microrregiões político-administrativas: {Alvorada d'Oeste, Ariquemes Cacoal, Colorado d'Oeste, Ji-Paraná, Vilhena, Guajará-Mirim, Porto Velho, que integram duas mesorregiões: a Mesorregião do Leste Rondoniense e a Mesorregião do Madeira-Guaporé. O crescimento real da população estadual foi de 13,10% em uma década (2000-2010).

CAPITAL DO ESTADO - PORTO VELHO

O início efetivo do povoamento da capital do Estado de Rondônia se deu após assinatura do Tratado de Petrópolis (17 de Novembro de 1903) em que o Brasil se comprometia com a Bolívia em construir uma estrada de ferro ligando a fronteira boliviana do rio Mamoré, onde hoje está situada a cidade de Guajará Mirim, até a cabeceira navegável do rio Madeira, hoje Porto Velho.

Pelo meio deste acordo, o Governo boliviano passava as terras do extremo oeste que formam hoje o Estado do Acre, para o Brasil. A Bolívia precisava escoar sua produção para a Europa e Estados Unidos, por não ter oceano, o meio mais viável à época era rumo norte, via os rios Mamoré, Madeira, Amazonas e Oceano Atlântico. No entanto, a dificuldade de navegação estava nos leitos dos Rios Mamoré e Madeira, devido a existência de 23 cachoeiras.

A ausência de estradas e dificuldades na navegação apontaram a construção da ferrovia como solução. Foi então que o Brasil iniciou a construção de uma ferrovia em plena floresta amazônica margeando o leito dos rios: esta ferrovia levou nome Estrada de Ferro Madeira-Mamoré (EFMM), que referenciava os dois rios a serem ligados. Se deslocaram para região, cidadãos de diversas nacionalidades, entre eles ingleses, norte-americanos, caribenhos e asiáticos, todos determinados a desbravar a fronteira e a construir a maior obra até então na Amazônia Ocidental.

As instalações do complexo ferroviário crescia alavancando o aumento da renda *per capita*. O comércio era vigoroso e o fluxo de estrangeiros intenso. Era o que faltava para pequena cidade chamar a atenção de nações distantes com interesses especiais: um pequeno povoado em

franco desenvolvimento, uma estrada de ferro e um eldorado latente em plena floresta Amazônica.

Em 2 de outubro de 1914, Porto Velho é conhecida político-administrativamente como Município e em 13 de setembro de 1943 como capital de novo Território Federal do Guaporé, que mais tarde, em 17 de fevereiro de 1956, passou a se chamar de Território Federal de Rondônia, em homenagem ao Marechal Cândido da Silva Rondon. Em 10 de Abril de 1979 chega para governar o então Território, o Coronel Jorge Teixeira de Oliveira, o último Governador do Território e o primeiro do Estado.

FORMAÇÃO ADMINISTRATIVA

Elevada à categoria de vila e município com a denominação de Porto Velho, pela Lei Estadual n.º 757, de 02-10-1914, desmembrada da vila de Humaitá, sede na povoação de Porto Velho. Em divisão administrativa referente ao ano de 1933, o município é constituído do distrito sede. O Decreto Federal n.º 5.812, de 13-09-1943, criou vários Territórios Federais, entre eles Porto Velho.

Pelo Decreto-lei n.º 5.839 de 21-09-1943, que dispôs sobre administração dos Territórios Federais, o município de Porto Velho passou a Capital do Território. A Lei Complementar n.º 41, de 22-12-1981, elevou o Território de Rondônia a categoria de Estado, conservando o município de Porto Velho como capital. Em divisão territorial datada de 2001, o município de Porto Velho, é constituído de 12 distritos: Porto Velho, Calama, Demarcação, Extrema, Fortaleza do Abunã, Jaci-Paraná, Mutum Paraná, Nazaré, Nova Califórnia, São Carlos e Vista Alegre do Abunã e Abunã. O distrito de Vista Alegre do Abunã, também foi inserido neste projeto, com a denominação de "Alvo Abunã". Os estudos socioeconômicos foram realizados para os municípios cujos alvos com favorabilidade geológica, estavam localizados, os municípios foram: Alto Alegre dos Parecis, Chupinguaia, Espigão D'Oeste, Nova Brasilândia d'Oeste, Pimenta Bueno e Parecis. O município de Porto Velho também foi incluído por se tratar da capital do Estado de Rondônia e por possuir o "Alvo Abunã".

Os municípios de Alto Alegre dos Parecis, Chupinguaia, Espigão d'Oeste, Nova Brasilândia d'Oeste, Pimenta Bueno, Parecis estão inseridos na Mesorregião do Leste Rondoniense, enquanto que, Porto Velho está inserido na Mesorregião de Madeira-Guaporé e na Microrregião Porto Velho.

Chupinguaia, Pimenta Bueno e Parecis estão inseridos na microrregião Vilhena. Por fim, Alto Alegre dos Parecis e Espigão D'Oeste estão inseridos na microrregião Cacoal e Nova Brasilândia d'Oeste na microrregião Alvorada D'Oeste.

No Quadro 2.1, estão apresentadas as leis de criação, áreas municipais e população do município de Porto Velho e dos demais municípios, nos quais estão localizadas as áreas alvos.

Entre 2000 e 2010, os municípios que obtiveram melhores desempenhos de crescimento populacional foram Chupinguaia (4,16%), Parecis (2,88 %) e a capital Porto Velho (2,5 %), em quanto

que a população de Nova Brasilândia D'Oeste teve uma taxa média de crescimento anual (-0,45%). Em termos comparativos, no Estado, estas taxas foram de 1,01% entre 2000 e 2010. Para efeito de localização dos municípios relacionados a este estudo, o Quadro 2.2 apresenta a localização, altitude média da sede, distância rodoviária da capital e acesso principal às sedes de cada um deles.

Quadro 2.1 – Municípios nos quais estão localizadas as áreas alvos, leis de criação, áreas municipais e população.

Município	Lei de Criação n°/ Ano de Criação	Área do Município (km ²)	População Ano - 2000	População Ano - 2010	Taxa média de Cres. 2000-2010 (% a.a.)
Alto Alegre dos Parecis	LC.570/1994	3973,51	12.708	12.816	0,08%
Chupinguaia	LC.643/1995	5.147,50	5.521	8.301	4,16%
Espigão D'Oeste	LC.6.921/1981	4538,17	25.688	28.729	1,12%
Nova Brasilândia D'Oeste	LC.157/1987	1703,01	20.793	19.874	- 0,45%
Pimenta Bueno	LC.6.448/1997	6262,31	31.752	33.822	0,63%
Porto Velho (Capital)	LC.757/1914	34241,58	334.661	428.527	2,50%
Parecis	LC.573/1994	2556,93	3.622	4.810	2,88%

Fontes: Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, 2010 e PNUD, 2013.

Quadro 2.2 – Localização geográfica, altitude e distância rodoviária da capital às sedes dos municípios onde as áreas alvos estão localizadas.

Municípios	Localização Geográfica		Altitude nas Sedes Municipais (m)	Distância Rodoviária da Capital às Sedes Municipais (km)	Acesso a partir da Capital
	Latitude (S)	Longitude (W)			
Alto Alegre dos Parecis	12°07'42"	61°51'05"	405	483	Efetuada através da rodovia pavimentada BR-364.
Chupinguaia	12°33'00"	60°54'08"	360	594	Efetuada através da rodovia pavimentada BR-364 e RO-370.
Espigão D'Oeste	11°31'30"	61°00'49"	270	489	Efetuada através da rodovia pavimentada BR-364, RO-387.
Nova Brasilândia D'Oeste	11°42'59"	62°19'52"	320	411	Efetuada através da rodovia pavimentada BR-364, RO-479 e RO-010.
Pimenta Bueno	11°40'29"	61°11'27"	195	487	Efetuada através da rodovia pavimentada BR-364.
Porto Velho (Capital)	08°45'42"	63°54'07"	85	-	-
Parecis	12°10'31"	61°36'12"	355	506	Efetuada através da rodovia pavimentada BR-364 e RO-495.

Fonte: IBGE, 2010.

2.1 - PERFIL DEMOGRÁFICO

Em 2010 a distribuição por sexo, da população do Estado de Rondônia se apresenta equilibrada entre homens e mulheres. No estado, de forma geral, 51% são homens e 49% são mulheres, sendo que a maior diferença entre os sexos ocorre no Município de Parecis, onde 53,95% dos habitantes são do sexo masculino. A população rural e urbana representam respectivamente 26,4% e 74,6% da população estadual. Sendo que na capital, Porto Velho, a população urbana corresponde a 91,1%, representado o município mais urbanizado do Estado de Rondônia.

A apropriação diferenciada da riqueza produzida em cada município envolvido neste estudo resulta, em índices diferenciados de desenvolvimento humano. Uma avaliação do nível de pobreza e da qualidade de vida da população pode ser feita, com base no Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDH-M), que é determinado a partir dos indicadores educacionais (alfabetização e taxa de frequência escolar), longevidade e renda da população. O IDH-M é composto pelos índices: IDH-L (longevidade), IDH-E (Educação) e IDH-R (Renda).

Os resultados abaixo de 0,49 são considerados estado crítico (abaixo deste valor se configura situação intolerável); de 0,50 a 0,59, considera-se um estágio baixo de desenvolvimento, índices entre 0,6 e 0,69, considera-se um estágio médio de desenvolvimento, entre 0,70 e 0,79 estágio alto de desenvolvimento, e acima de 0,80 correspondem aos melhores valores do desenvolvimento humano. Os valores para os índices dos municípios alvo deste trabalho são apresentados no Quadro 2.3.

De acordo com o Quadro 2.3, o IDH-M ano-base 2010, os municípios de Chupinguaia, Espigão d'Oeste, Nova Brasilândia, Pimenta Bueno e Parecis

indicou que os mesmo estão situados na faixa de desenvolvimento médio, enquanto que, os municípios de Porto Velho e Pimenta Bueno estão situados na faixa de desenvolvimento alto, por fim, o pior desempenho entre os municípios deste estudo foi obtido pelo de Alto Alegre dos Parecis, o município está situado na faixa de desenvolvimento humano baixo.

O atlas do desenvolvimento humano no Brasil 2013 é uma plataforma de consulta ao IDH-M de 5.565 municípios brasileiros, além de mais de 180 indicadores de população, educação, habitação, saúde, trabalho, renda e vulnerabilidade, com dados extraídos dos Censos Demográficos de 2010 (PNUD, 2013).

2.2 - A DIMENSÃO ECONÔMICA

CENÁRIO NACIONAL

Na década de 2000, foi observado um crescimento real do PIB, à taxa de 32% (3,6% ao ano) e do PIB per capita a 2,3% ao ano. Em termos de volume do PIB, o Brasil cresceu 37,1% em oito anos, uma média anual de 4,0%. Mais uma vez, a região Norte se destacou, com 53,2%. As regiões Nordeste e Centro-Oeste crescem 42,4% e 45,9% respectivamente, acima da média nacional.

As regiões Sudeste e Sul ficaram abaixo da média, com 35,6% e 29,5%, respectivamente. No acumulado entre 2002-2010, o estado do Tocantins foi o que mais cresceu com 74,2%. Em seguida Rondônia com 63,9% e o Acre com 61,6%. Os estados que menos cresceram no acumulado foram Rio Grande Sul (24,3%), Rio de Janeiro (25,6%) e Santa Catarina (30,1%). Em 2010, 13 estados obtiveram resultado acima da média nacional que foi de 7,5%. Tocantins obteve o maior crescimento com 14,2%, seguido do Espírito Santo com 13,82% e Rondônia com 12,57%.

Quadro 2.3 – Índice de desenvolvimento humano dos municípios alvo do Projeto Rochas Carbonáticas de Rondônia.

Municípios	(IDHM-L)	(IDHM-E)	(IDHM-R)	(IDHM-M)
Alto Alegre dos Parecis	0,77	0,44	0,60	0,59
Chupinguaia	0,82	0,51	0,65	0,65
Espigão d'Oeste	0,81	0,53	0,69	0,67
Nova Brasilândia d'Oeste	0,76	0,52	0,66	0,64
Pimenta Bueno	0,80	0,61	0,72	0,71
Porto Velho (Capital)	0,81	0,63	0,76	0,73
Parecis	0,80	0,48	0,64	0,61

Fonte: PNUD - Atlas de Desenvolvimento Humano, 2013.

ESTADO DE RONDÔNIA

O Estado de Rondônia atraiu muitos agricultores do centro-sul do país, a partir da década de 1970, estimulados pelos projetos de colonização e reforma agrária do Governo Federal e da disponibilidade de terras férteis com preços muito baixos. Foi com o desenvolvimento das atividades agrícolas, que o Estado se transformou em uma das principais fronteiras agrícolas do país e uma das regiões mais prósperas e produtivas do norte brasileiro.

O Estado de Rondônia se destaca na criação de bovinos com um rebanho de 12.218,477 cabeças, na produção de café (maior produtor da Região Norte e 6º maior do Brasil), cacau (2º maior produtor da Região Norte e 3º maior do Brasil), feijão (1º produtor da Região Norte e o 10º do Brasil), milho (2º maior produtor da Região Norte e o 13º do Brasil), soja (2º maior produtor da Região Norte e o 13º do Brasil), arroz (3º maior produtor da Região Norte e o 9º do Brasil), mandioca (4º maior produtor da Região Norte e o 11º do Brasil).

De acordo com dados de 2010 do IBGE, as principais atividades econômicas do Estado de Rondônia estão nos setores: agropecuário, comércio, indústria de transformação, atividades imobiliárias e outros segmentos. Em 2010, o PIB do estado foi de R\$ 23,5 bilhões, representando 0,6% do PIB brasileiro. Mesmo que Rondônia tenha acompanhado o cenário econômico nacional, que em certos períodos do ano de 2010, apresentou indicadores com impacto de retração na atividade industrial e nos fluxos do comércio externo, o estado obteve o maior ganho na participação da atividade agropecuária no período de 2002 a 2010.

O setor agropecuário se destacou com uma participação de 21,48% do PIB estadual. Em 2010, Rondônia registrou o montante de R\$ 23.561 (Vinte e três bilhões, quinhentos e sessenta e um milhões de reais) no Produto Interno Bruto. Representando

11,69% do PIB da Região Norte e 0,62% do PIB do Brasil, mostrando um pequeno recuo em relação a 2009, na participação da região Norte, que em 2009 foi de 12,40% enquanto que na participação do Brasil não houve alteração (Gráfico 2-1).

Quando comparado com os Estados da Região Norte, Rondônia se coloca na 3ª posição no ranking do PIB da Região, e com relação aos demais estados da federação é o 22º colocado.

Quanto ao crescimento real do Estado de Rondônia, houve grande variação no ranking dos estados do Brasil, entre os anos de 2002-2010, ao se observar que Rondônia defendeu a 12ª colocação no biênio 2005/2004, a 20ª em 2006/2005, a 16ª em 2007/2006, a 23ª em 2008/2007, 1ª em 2009/2008 e a 3ª em 2010/2009. No ano de 2010, o PIB de Rondônia apresentou um crescimento real em volume de 12,57%, sendo este o 3º melhor resultado entre os estados brasileiros e acima do crescimento brasileiro e da Região Norte, que tiveram um resultado de 7,53% e 9,91% respectivamente (Gráfico 2-2).

No acumulado do PIB na série 2002-2010, Rondônia apresentou o 2º maior crescimento em volume com 63,9%. Esse resultado continua sendo alavancado por obras estruturantes como o complexo energético de Jirau e Santo Antônio, no Rio Madeira, e de outros investimentos realizados pela iniciativa privada.

PERFIL ECONÔMICO DOS MUNICÍPIOS NOS QUAIS ESTÃO LOCALIZADAS AS ÁREAS ALVOS

De acordo com dados do IBGE, dez municípios concentraram a maior parte do PIB do estado em 2010: Porto Velho, Ji-Paraná, Vilhena, Ariquemes, Cacoal, Jaru, Pimenta Bueno, Guajará-Mirim, Rolim de Moura e Ouro Preto do Oeste. Juntos, estes municípios produziram um total de R\$ 16,3 bilhões, representando 69,22% da riqueza gerada no Estado

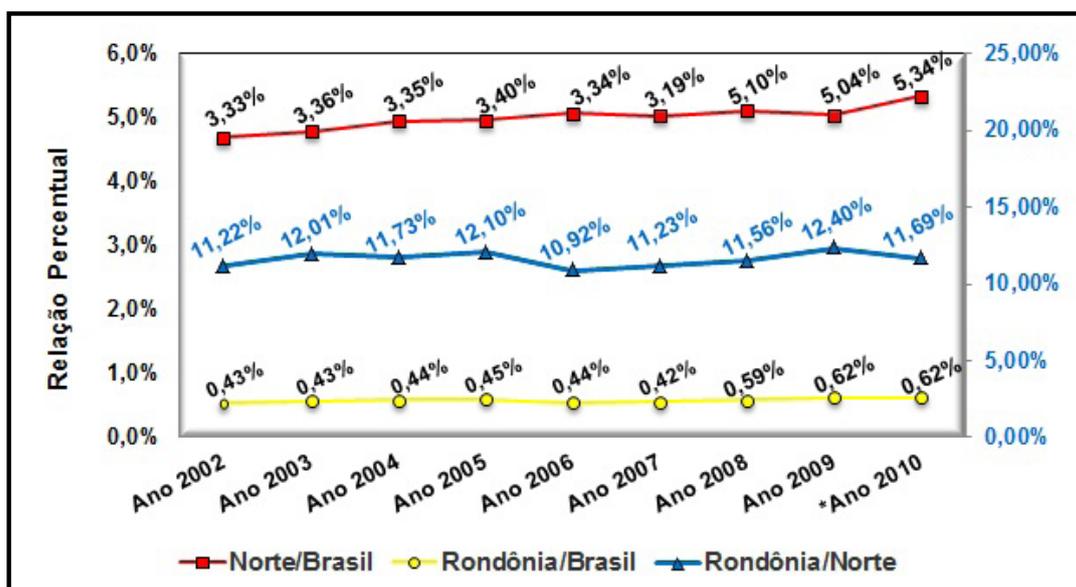


Gráfico 2.1 – Evolução (%) da participação do PIB de Rondônia, em relação do PIB do Brasil e Região Norte, e Região Norte em relação ao PIB do Brasil (2002-2010). Fonte: IBGE

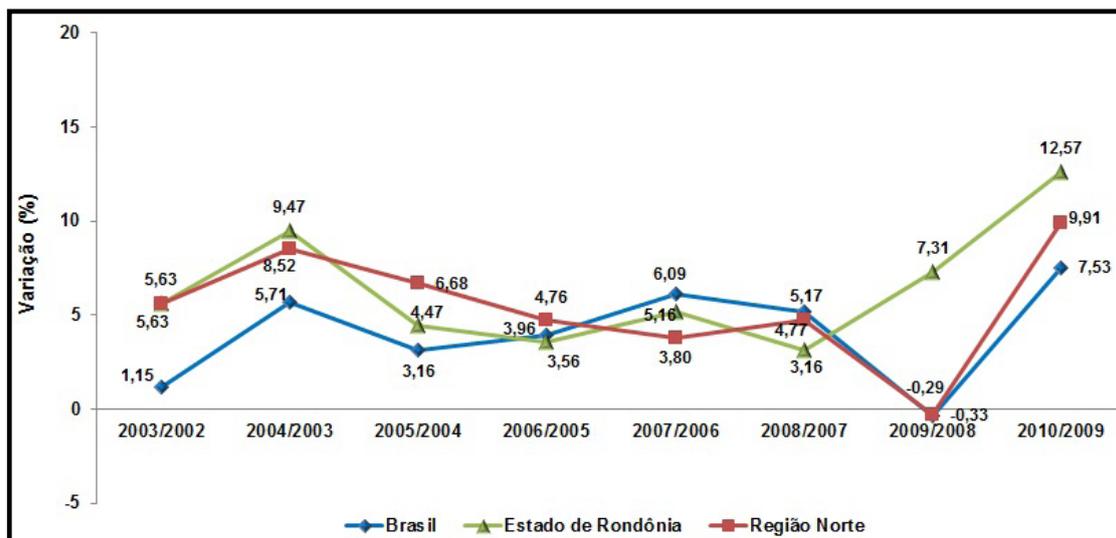


Gráfico 2.2 – Evolução real anual do PIB do Brasil, Região Norte e Rondônia – 2002-2010. Fonte: IBGE

e concentrou 64,36% da população, o equivalente a 1.004.343 habitantes.

Dos municípios onde estão localizadas as áreas alvos, apenas dois fazem parte do grupo de dez municípios com maiores participações no PIB do Estado de Rondônia, são estes: Porto Velho e Pimenta Bueno como 31,93 % e 2,92% respectivamente. O Município de Parecis figura no grupo dos dez municípios com menores participações com 0,35%. O Gráfico 2-3 mostra as participações no PIB estadual de 2010, dos municípios que estão localizadas nas áreas alvos.

PARTICIPAÇÃO DAS ATIVIDADES ECONÔMICAS NO PIB DO ESTADO DE RONDÔNIA

O setor de serviços, na série 2002-2010, foi a área que obteve maior participação no valor adicionado por atividade econômica do estado. Em valores nominais, o setor industrial foi o que mais cresceu, apresentando um resultado de 36,83%,

seguido do setor de serviços com 14,78% e por último o setor agropecuário com 5,06%.

Em 2010 o setor de serviços teve a participação no valor adicionado estadual de 63,88%, em seguida ficou a agropecuária com 21,48% e por último a indústria com 14,63%, sendo este o único setor que ganhou participação em 2010 (Gráfico 2-4).

No que concerne à participação das atividades econômicas no valor adicionado bruto do Estado de Rondônia em 2010, a atividade de administração, saúde e educação pública foi a que apresentou maior representatividade (28,29%), em seguida veio à agropecuária (21,48%), o comércio e serviços de manutenção e reparação de bens (14,47%) e a indústria de transformação (8,84%). A Indústria extrativa mineral representou um peso de 6,91 % (Gráfico 2-5).

2.2.1- Emprego e Renda nos Municípios na Região do Projeto.

De acordo com dados do IBGE, o Estado de Rondônia gerou 334.290 empregos formais em 2010, com um crescimento de 12,6% em relação a 2009, representando, em termos absolutos, um acréscimo de 37.352 postos de trabalho, tendo um acréscimo

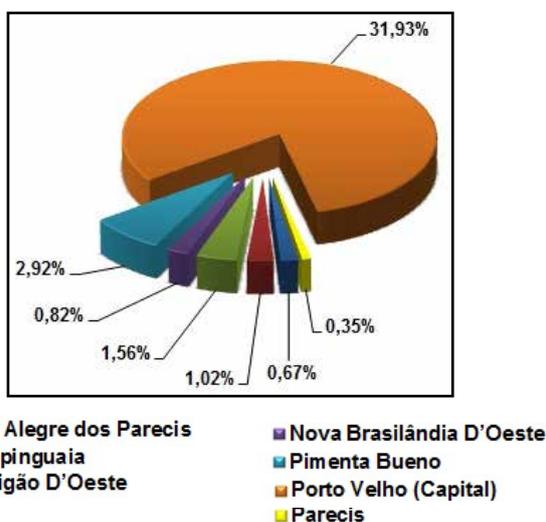


Gráfico 2.3 – Participação relativa dos municípios relacionados com as áreas alvos no PIB do Estado de Rondônia 2010. Fonte: IBGE

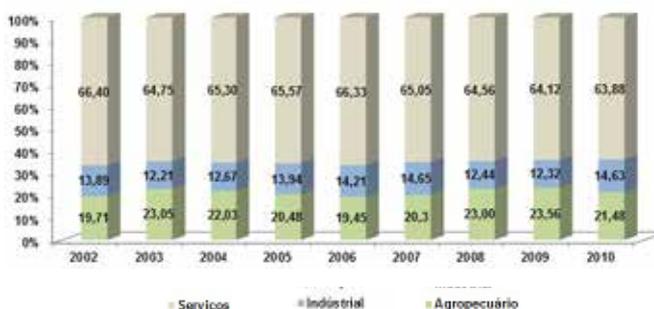


Gráfico 2.4 – Participação (%) no valor adicionado bruto por setor de atividade econômica, Rondônia – 2002-2010. Fonte: IBGE/SEPLAN-RO.

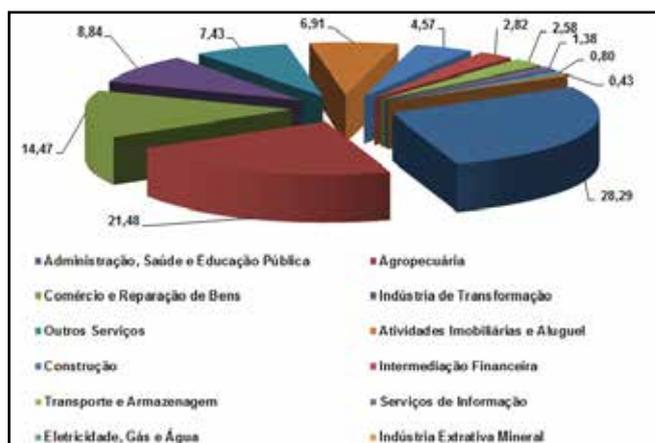


Gráfico 2.5 – Participação das atividades econômicas no PIB de Rondônia em 2010. Fonte: IBGE – Contas Regionais.

de 8,7% em relação ao ano anterior. Os setores de atividade econômica que obtiveram os melhores desempenhos na criação de novos postos de trabalho foram: construção civil – 15.071; o comércio – 8.121; serviços – 6.337 e administração pública – 4.970.

O PIB *per capita* é o resultado da divisão do PIB pela população, em igual período, sendo um importante indicador da renda e do desenvolvimento econômico de uma região. O PIB *per capita* estadual foi de R\$ 15.098, variação nominal de 12,21%, maior que o estimado em 2009, representando 3ª maior variação da Região Norte em 2010. No cenário nacional, permaneceu na 13ª posição. No caso dos municípios onde estão localizadas as áreas alvos deste estudo, a situação é explanada a seguir:

PORTO VELHO

A renda per capita média de Porto Velho cresceu 91,02% nas últimas duas décadas, passando de R\$ 486,43/mês em 1991 para R\$613,61 em 2000 e R\$ 929,19 em 2010. A taxa média anual de crescimento foi de 26,15% no primeiro período e 51,43% no segundo. Entre 2000 e 2010, a taxa de atividade da população de 18 anos ou mais (ou seja, o percentual dessa população que era economicamente ativa) diminuiu de 72,32% em 2000 para 70,84% em 2010.

ALTO ALEGRE DOS PARECIS

Entre 2000 e 2010, a taxa de atividade da população de 18 anos ou mais passou de 59,92% em 2000 para 65,84% em 2010. A renda per capita média de Alto Alegre dos Parecis cresceu 158,05% nas últimas duas décadas, passando de R\$ 132,23/mês em 1991 para R\$ 222,42/mês em 2000 e R\$ 341,22/mês em 2010. A taxa média anual de crescimento foi de 68,21% no primeiro período e 53,41% no segundo.

CHUPINGUAIA

A taxa de atividade da população, entre 2000 e 2010, que era economicamente ativa, passou de 71,85% em 2000 para 76,55% em 2010. Sua renda per capita média cresceu 124,58% nas últimas duas

décadas, passando de R\$ 215,23/mês em 1991 para R\$ 369,03/mês em 2000 e R\$ 483,36/mês em 2010. A taxa média anual de crescimento foi de 71,46% no primeiro período e 30,98% no segundo.

ESPIGÃO D'OESTE

Entre 2000 e 2010, a taxa de atividade da população passou de 60,44% em 2000 para 70,92% em 2010. Sua renda per capita média cresceu 124,61% nas últimas duas décadas, passando de R\$ 263,03 em 1991 para R\$ 429,82/mês em 2000 e R\$ 590,80 em 2010. A taxa média anual de crescimento foi de 63,41% no primeiro período e 37,45% no segundo período.

NOVA BRASILÂNDIA D'OESTE

Entre 2000 e 2010, a taxa de atividade da população saiu de 65,08% em 2000 para 68,21% em 2010. A renda per capita média cresceu 355,21% nas últimas duas décadas, passando de R\$109,75/mês em 1991 para R\$ 300,74/mês em 2000 e R\$ 499,59/mês em 2010. A taxa média anual de crescimento foi de 174,02% no primeiro período e 66,12% no segundo.

PARECIS

Entre 2000 e 2010, a taxa de atividade da população foi de 51,94% em 2000 para 61,18% em 2010. E a renda per capita média cresceu 141,54% nas últimas duas décadas, passando de R\$142,31/mês em 1991 para R\$185,42/mês em 2000 e R\$ 343,73/mês em 2010. A taxa média anual de crescimento foi de 30,29% no primeiro período e 85,38% no segundo.

PIMENTA BUENO

Entre 2000 e 2010, a taxa de atividade da população passou de 64,59% em 2000 para 74,76% em 2010. Sua renda per capita média cresceu 120,97% nas últimas duas décadas, passando de R\$ 332,51/mês em 1991 para R\$ 505,58/mês em 2000 e R\$ 734,76/mês em 2010. A taxa média anual de crescimento foi de 52,05% no primeiro período e 45,33% no segundo.

2.3 - INFRAESTRUTURA DO ESTADO DE RONDÔNIA

Uma das condições indispensáveis para o crescimento econômico em dada região é a existência de infraestrutura de boa qualidade. Considerar a melhor logística de transporte rodoviário, fluvial e/ou ferroviário, no escoamento de produtos, representa um fator decisivo no custo final da mercadoria e no atendimento de condições e prazos de entrega.

A disponibilidade energética condiciona maior segurança e regularidade à produção. Neste sentido serão apresentados os principais sistemas logísticos disponíveis no estado de Rondônia nas proximidades das áreas alvos deste estudo.

TRANSPORTE RODOVIÁRIO

O Estado de Rondônia dispõe de importante malha rodoviária com 27.218 km de estradas, sendo 20.056 km municipais, 5.222 km de rodovias estaduais e 1.940 km de rodovias federais. A BR-364, totalmente pavimentada no trecho rondoniense, corta o Estado da divisa com o Mato Grosso até a divisa com o Acre. É a principal via de escoamento da produção de grãos (sobretudo a soja) do sul de Rondônia e oeste do Mato Grosso até a cidade de Porto Velho, onde está instalado o porto graneleiro.

A BR-364, é responsável por dar passagem para o tráfego de veículos pesados e abastecer Rondônia e Acre, possui 1.091 quilômetros (km) de extensão, atualmente passa por alguns problemas (buracos na pista). O trecho mais crítico da rodovia está entre as cidades de Pimenta Bueno e Ouro Preto do Oeste. Boa Parte dos trechos com problemas encontram-se em obras.

A BR-421 foi projetada para ligar as cidades de Ariquemes a Guajará-Mirim, entretanto apenas o trecho de Ariquemes até Campo Novo de Rondônia encontra-se pavimentado e concluído. A BR-425, também pavimentada, liga o distrito de Abunã, no Município de Porto Velho, a Nova Mamoré e Guajará-Mirim, nas margens dos rios Madeira e Mamoré, respectivamente.

A BR-429 está parcialmente pavimentada, ligando os municípios de Presidente Médici, Alvorada d'Oeste, São Miguel do Guaporé, Seringueiras, São Francisco do Guaporé e Costa Marques, localizados às margens do rio Guaporé. De um total de 2.000 km das sete rodovias federais existentes em Rondônia, 431 km estão em más condições ou sem pavimentação. O número corresponde a 21,55% da extensão de estradas da União no Estado.

PORTO E TRANSPORTE HIDROVIÁRIO

O início da construção do porto fluvial de Porto Velho ocorreu em 20 de abril de 1973, pelo Departamento Nacional de Portos e Vias Navegáveis do Ministério dos Transportes, visando à substituição das antigas rampas implantadas pela Estrada de Ferro Madeira – Mamoré na década de 1920. A partir de 1976, a Empresa de Portos do Brasil S.A. (PORTOBRAS) deu continuidade às obras, com a execução de um terminal para operações Rondônia-Rondonia. Em 1986 foi iniciado o novo cais que foi concluído em 1988.

Quando houve a transformação do território de Rondônia em estado, em 9 de janeiro de 1982, as instalações se encontravam sob a responsabilidade da Administração do Porto de Manaus. Posteriormente, em 31 de janeiro de 1985, foi constituída a Administração do Porto de Porto Velho. Atualmente, pelo convênio nº 6, de 12/11/97, o porto passou a ser administrado pela Sociedade de Portos e Hidrovias de Rondônia (SOPH), por delegação ao estado de Rondônia.

O acesso é realizado por meio rodoviário: Pelas rodovias BR-319 (Manaus–Porto Velho), BR-364 (Cuiabá–Porto Velho) e BR-425 (Porto Velho–Guajará-Mirim). Por meio fluvial: pelo rio Madeira; e por meio marítimo: pelo rio Amazonas, até a embocadura do rio Madeira e pelo rio Madeira, até o porto.

Instalações: Compreendem três terminais, o primeiro para operações Rondônia-Rondônia, contendo duas rampas paralelas que se estendem até um pátio de estacionamento descoberto, com 10.000 m², dispendo, de outro pátio, também descoberto, não pavimentado, com área idêntica; um segundo denominado Pátio das Gruas, desprovido de cais de atracação, com movimentação direta para uma área de 10.000 m²; e um terceiro, que opera carga geral, dotado de um flutuante de atracação, de 115m, com cinco berços, ligado à margem por uma ponte metálica de 113,5m de vão.

As profundidades nesses terminais são definidas pelo regime das águas do rio Madeira, apresentando as variações extremas de 2,5m e 17,5m. O porto possui ainda um armazém para carga geral, com 900 m². Existem quatro silos verticais para movimentação de soja com o uso de esteiras transportadoras e um carregador de embarcações para o escoamento de grãos no cais flutuante, no terceiro terminal, construído pela Hermasa Navegação da Amazônia S.A (Transporte Fluvial), que arrendou uma área no porto.

Os equipamentos são: três guindastes tipo grua de 3t; um guindaste de pórtico de 6 t; um auto-guindaste de 18t; 2 empilhadeiras de 7t e uma pá carregadeira.

De acordo com Pinheiro e Carniello (2010), existe a necessidade de investimentos em infraestrutura no setor portuário, pois o terminal para transporte de passageiros e cargas diversas se encontra em condições precárias do ponto de vista da infraestrutura (Figura 2.1).

De acordo com a Sociedade de Portos e Hidrovias do Estado de Rondônia - SOPH, entre reformas e aquisição de equipamentos em 2012 foram investidos no Porto Organizado de Porto



Figura 2.1 – Vista geral do Porto Organizado de Porto Velho. Fonte: Sociedade de Portos e Hidrovias do Estado de Rondônia – SOPH.

Velho, em torno de R\$ 3.000.000,00 (três milhões de reais), com recursos próprios. A SOPH, em parceria com o Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT), está adquirindo um guindaste fixo com capacidade para 70 toneladas e um *TopLoader* (equipamento utilizado para transportar os containers no perímetro portuário).

A região amazônica possui amplas bacias hidrográficas navegáveis, por outro lado, sua malha viária terrestre é pobre, o que torna o transporte hidroviário muito importante nesta região. Hidrovias como a do Madeira tem grande importância no transporte para o estado de Rondônia. De acordo com dados da Agência Nacional de Transportes Aquaviários - ANTAQ, a movimentação geral de cargas no porto organizado de Porto Velho foi de 3.273.247 toneladas em 2012. O produto de maior destaque é a soja a granel.

A rede hidrográfica do Estado de Rondônia é representada pelo rio Madeira e seus afluentes, que formam oito bacias hidrográficas significativas: Bacia do Guaporé; Bacia do Mamoré; Bacia do Abunã; Bacia do Mutum-Paraná; Bacia do Jaci-Paraná; Bacia do Jamari; Bacia do Ji-Paraná; e Bacia do Aripuanã. O principal afluente do rio Amazonas é o rio Madeira, este possui 1.700 km de extensão em território brasileiro e vazão média de 23.000 m³ por segundo.

O rio Madeira é formado pelos rios Guaporé, Mamoré e Beni, que são originários dos planaltos andinos. Este rio apresenta dois trechos distintos em seu curso, denominados Alto e Baixo Madeira. O primeiro trecho possui 360 km—até as proximidades da cidade de Porto Velho. Este trecho não é navegável devido à grande quantidade de cachoeiras existentes neste percurso. No trecho Baixo Madeira, o rio é francamente navegável. Este trecho possui extensão de 1.340 km a partir da Cachoeira de Santo Antônio até sua foz, no rio Amazonas.

O trânsito fluvial entre Porto Velho e Belém, capital do Estado do Pará, é possível durante todo o ano na hidrovia formada pelos rios Madeira e Amazonas, de cerca de 3.750 km de extensão. Quase toda a carga transportada entre Porto Velho e Manaus, capital do Estado do Amazonas, circula através do rio Madeira.

O rio Guaporé, forma a linha divisória entre o Brasil e a Bolívia. Este rio apresenta condições de navegabilidade para embarcações de pequeno e médio calados na época da vazante. A bacia do Mamoré ocupa área de 30.000 km² em Rondônia e, juntamente com a bacia do Guaporé, formam uma rede hidroviária de suma importância para o Estado de Rondônia.

O rio Mamoré nasce na Bolívia e recebe o rio Beni, formando a linha de fronteira do Brasil com a Bolívia. Este rio é navegável a embarcações de médio calado em qualquer época do ano. A bacia do rio Mutum-Paraná ocupa superfície de 8.840 km², sendo pouco importante para o Estado, servindo principalmente como via de penetração para o

interior. No entanto, o rio Abunã é importante por ser responsável pela demarcação da linha divisória dos limites internacionais entre Brasil e Bolívia, no extremo oeste do Estado.

A área de abrangência da bacia hidrográfica do rio Abunã é de aproximadamente 4.600 km², em uma região em que há muitas cachoeiras e corredeiras dificultando a navegação. A bacia do rio Jaci-Paraná se estende por 12.000 km² e apresenta condições semelhantes aos do rio Mutum-Paraná.

O rio Jamari é muito importante para a economia de Rondônia, neste rio foi implantada a primeira usina hidrelétrica do Estado, e por servir como importante via de transporte de passageiros e cargas na região. Sua bacia hidrográfica ocupa uma área aproximada de 31.300 km² e está compreendida entre os municípios de Porto Velho e Ariquemes.

O rio Machado é o mais importante afluente do rio Madeira em Rondônia. Este rio possui longa extensão, cortando todo o Estado no sentido sudeste/nordeste. Sua superfície hidrográfica abrange uma área aproximada de 92.500 km². A presença de cerca de 50 cachoeiras e corredeiras ao longo de seu percurso, o torna navegável apenas em alguns trechos, atendendo ao escoamento dos produtos oriundos do extrativismo vegetal na região.

Por último, a bacia do rio Aripuanã está localizada na região sudeste do Estado, ocupando uma área de aproximadamente 10.000 km². Seus rios também possuem muitas cachoeiras, oferecendo grande potencial hidrelétrico, porém encontram-se, em sua maioria, dentro de áreas indígenas, impossibilitando a exploração de seu potencial para geração de eletricidade.

TRANSPORTE FERROVIÁRIO

A Estrada de Ferro Madeira-Mamoré (EFMM) foi a principal ferrovia do estado. Esta ferrovia ligava as cidades de Porto Velho e Guajará-Mirim, construída entre 1907 e 1912, tinha missão de transportar a borracha e outros produtos provenientes da Bolívia nas margens dos rios Madeira e Mamoré nos trechos em que a presença de cachoeiras inviabilizavam a navegação.

A EFMM foi desativada totalmente em 1972, após a construção das rodovias BR-364 e BR-425. Em 1981 o trecho ligando à cidade de Porto Velho a cachoeira de Santo Antônio foi reativado para fins turísticos; porém em 2001, a ferrovia foi paralisada novamente devido ao desmoronamento de um de seus trechos.

Dois projetos federais de construção de ferrovias estão em andamento, estes irão beneficiar o estado com ligações ferroviárias nacionais: a Ferronorte, com o propósito de ligar Porto Velho a Cuiabá em Mato Grosso. Interligando-se a FEPASA em Santa Fé do Sul (São Paulo) e, a partir desta, atingindo o porto de Santos. Cita-se também a FICO (Ferrovia de Integração do Centro-Oeste), cujo traçado ligará Vilhena a Uruaçu no Estado de Goiás.

AEROPORTOS

O Aeroporto Internacional da capital Porto Velho, distante 7 km do centro da cidade, tem como acesso principal as Avenidas: Governador Jorge Teixeira de Oliveira e Lauro Sodré. O Aeroporto é conhecido, pela população local, como Aeroporto Belmont, por estar localizado neste bairro. Passou a ser aeroporto internacional em fevereiro de 2002, recebendo o nome de Aeroporto Governador Jorge Teixeira de Oliveira está localizado a 88m de altitude. Possui fluxo operacional mensal de cerca de 400 pousos e decolagens, sendo cerca de 260 voos domésticos e outros 140 voos de mala postal e carga aérea, tendo capacidade de receber 920 mil passageiros por ano. Mais de 20 mil passageiros passam pelo aeroporto semanalmente (Figura 2.2).



Figura 2.2 – Aeroporto Internacional de Porto Velho – Gov. Jorge Teixeira de Oliveira. Fonte: INFRAERO

O Aeroporto Internacional de Porto Velho recebe voos diários das principais capitais brasileiras como Brasília, Belo Horizonte, Cuiabá, Manaus, Rio Branco, Porto Alegre, Campo Grande, São Paulo, Rio de Janeiro, Fortaleza e também dos municípios do interior do Estado como Ji-Paraná e Vilhena, bem como do interior do estado do Amazonas como Humaitá, Lábrea e Manicoré.

O aeroporto de Porto Velho é o 3º mais movimentado da Região Norte e o 26º no ranking nacional em 2012. As empresas de táxi aéreo com bases no aeroporto são: Especial Táxi Aéreo, Assis Táxi Aéreo, Rima Táxi Aéreo e Aeronorte Táxi Aéreo. Estas empresas operam com aeronaves monomotores e multimotores de pequeno porte, que fazem voos de fretamento para toda a região.

Atualmente, voos cargueiros são operados no aeroporto pelas empresas: RIO Linhas Aéreas, TAM Cargo e Gollog. A Primeira opera voos provenientes de Cuiabá-MT, Brasília-DF e Guarulhos-SP. Já a TAM Cargo, que utiliza os porões das aeronaves da TAM, opera voos provenientes de Brasília-DF, Manaus-AM, Cuiabá-MT e Guarulhos-SP. Os principais aeroportos do interior do Estado de Rondônia são:

- Aeroporto Brigadeiro Camarão: Localizado na cidade Vilhena, serve a cidade de Vilhena e região (atendido pela empresa Trip Linhas Aéreas);
- Aeroporto de Cacoal: Localizado na cidade Cacoal, também serve várias cidades vizinhas: Pimenta Bueno, Espigão do Oeste, Rolim de Moura, Ministro Andreazza e São Miguel do Guaporé (atendido pela empresa Trip Linhas Aéreas);
- Aeroporto de Ji-Paraná/José Coletto: Localizado na cidade Ji-Paraná, atende a cidade de Ji-Paraná, sendo o aeroporto mais movimentado do interior do Estado de Rondônia (atendido pelas empresas Trip e Passaredo Linhas Aéreas).

ENERGIA

Além da Usina Hidrelétrica de Samuel, localizada no município de Candeias do Jamari, construída nos anos 80 para atender à demanda energética dos estados de Rondônia e Acre, pequenas centrais hidrelétricas (PCHs) estão em construção atualmente.

No rio Madeira, as usinas hidrelétricas de Santo Antônio e Jirau, juntas terão uma capacidade instalada de 6.450 MW, cerca de metade da energia gerada pela Usina Hidrelétrica de Itaipu. Estas usinas, na opinião de especialistas da área, são apontadas como uma solução para os problemas de racionamento de energia do país.

A usina hidrelétrica de Santo Antônio está sendo construída no rio Madeira, Município de Porto Velho, com previsão para conclusão em 2015. Esta usina faz parte do Complexo do Rio Madeira, e terá 50 turbinas para geração 71,6 MW de energia elétrica cada uma, totalizando 3.580 MW. Esta usina será a segunda maior hidrelétrica de turbinas bulbo do Mundo (Figura 2.3).

A usina hidrelétrica de Jirau, também em construção no rio Madeira, a 120 km de Porto Velho, foi planejada para ter um reservatório de 258 km² e capacidade instalada de 3.750 MW. As usinas de Santo Antônio e Jirau serão as primeiras da Amazônia a utilizar o sistema de turbinas tipo “bulbo”.

Este modelo de turbinas não requer grandes volumes de água, tornando possível aproveitar melhor a correnteza dos rios. Este modelo de turbinas garantirá um coeficiente de eficiência energética superior, por exemplo, ao coeficiente de Itaipu, considerada um modelo para o setor.

O sistema de transmissão da Eletrobrás Eletronorte em Rondônia, conta com dez subestações. A subestação de Ji-Paraná está sendo ampliada para, juntamente com a construção das subestações de Pimenta Bueno e Vilhena, garantir um dos maiores empreendimentos no cone sul do Estado.

A linha de transmissão Ji-Paraná/Pimenta Bueno/Vilhena permitirá a interligação dos estados do Acre e de Rondônia ao Sistema Interligado

Nacional - SIN. Atualmente são 1.187,89 km de linhas de transmissão em 69 kV, 138 kV e 230 kV, e 1.786 MVA de capacidade de transformação. O Sistema de transmissão de energia elétrica no Estado de Rondônia é apresentado na Figura 2.4.

INFRAESTRUTURA DE ACESSO LOCAL

A infraestrutura da região das áreas alvos do projeto é acessada pela BR-364 (Figura 2.4) que corta o Estado no sentido sul-norte, ligando Mato Grosso à capital Porto Velho. É por meio desta rodovia que



Figura 2.3 – Usinas hidrelétricas de Santo Antônio (1) e Jirau (2), em construção, em Porto Velho, no Rio Madeira. Fonte: PAC2 – Governo Federal.

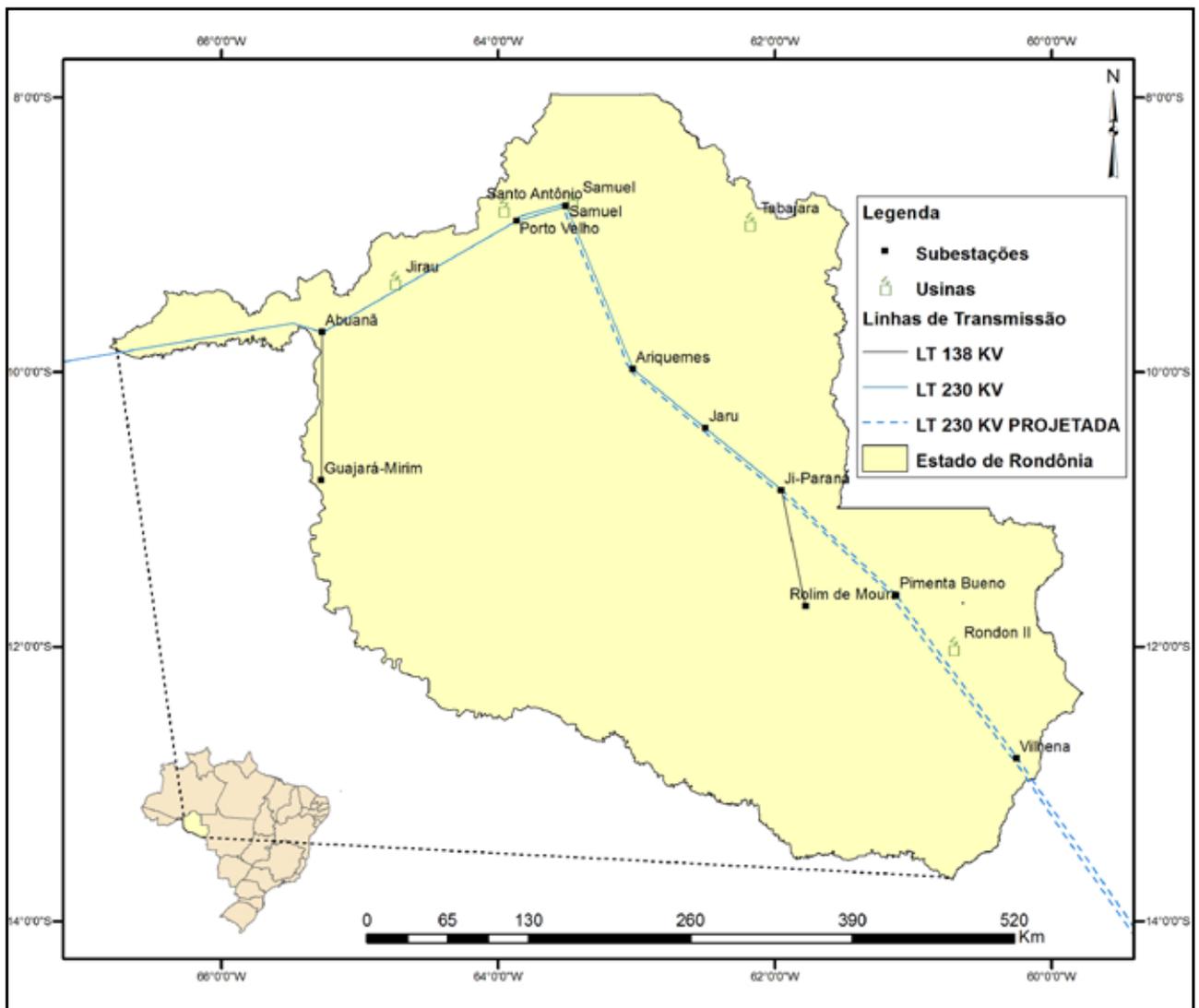


Figura 2.4 – Sistema de transmissão de energia elétrica, no Estado de Rondônia. Fonte: Eletrobrás/RO.

os bens de consumo industrializados do sul do país chegam ao estado e é por esta mesma rodovia que os produtos da terra são escoados através de caminhões.

O interior do Estado de Rondônia sofre sérios problemas com o precário estado de conservação das rodovias federais, estaduais e municipais. O intenso movimento de veículos de pequeno e grande porte, somados ao estado precário das rodovias, oneram o transporte aumentando número de acidentes rodoviários principalmente nos locais em que a rodovia corta as cidades.

No sentido de minimizar estes problemas, o Departamento de Estradas de Rodagem e de Transporte do Estado de Rondônia (DER/

RO) está executando alguns projetos tais como: encascalhamento de 100% das estradas de responsabilidade do estado, substituição de pontes de madeira por pontes e bueiros de concreto, abertura lateral das estradas, asfalto urbano nos municípios da região, obras de pavimentação e restauração das rodovias secundárias.

A região onde estão localizadas as áreas alvos, conta com cinco pistas de voos, quatro aeroportos e também possui boa infraestrutura hoteleira, comunicação e alimentícia. O risco de suprimento energético está sendo minimizado pela ampliação do sistema atual de geração e transmissão de eletricidade na região (Figura 2.5).

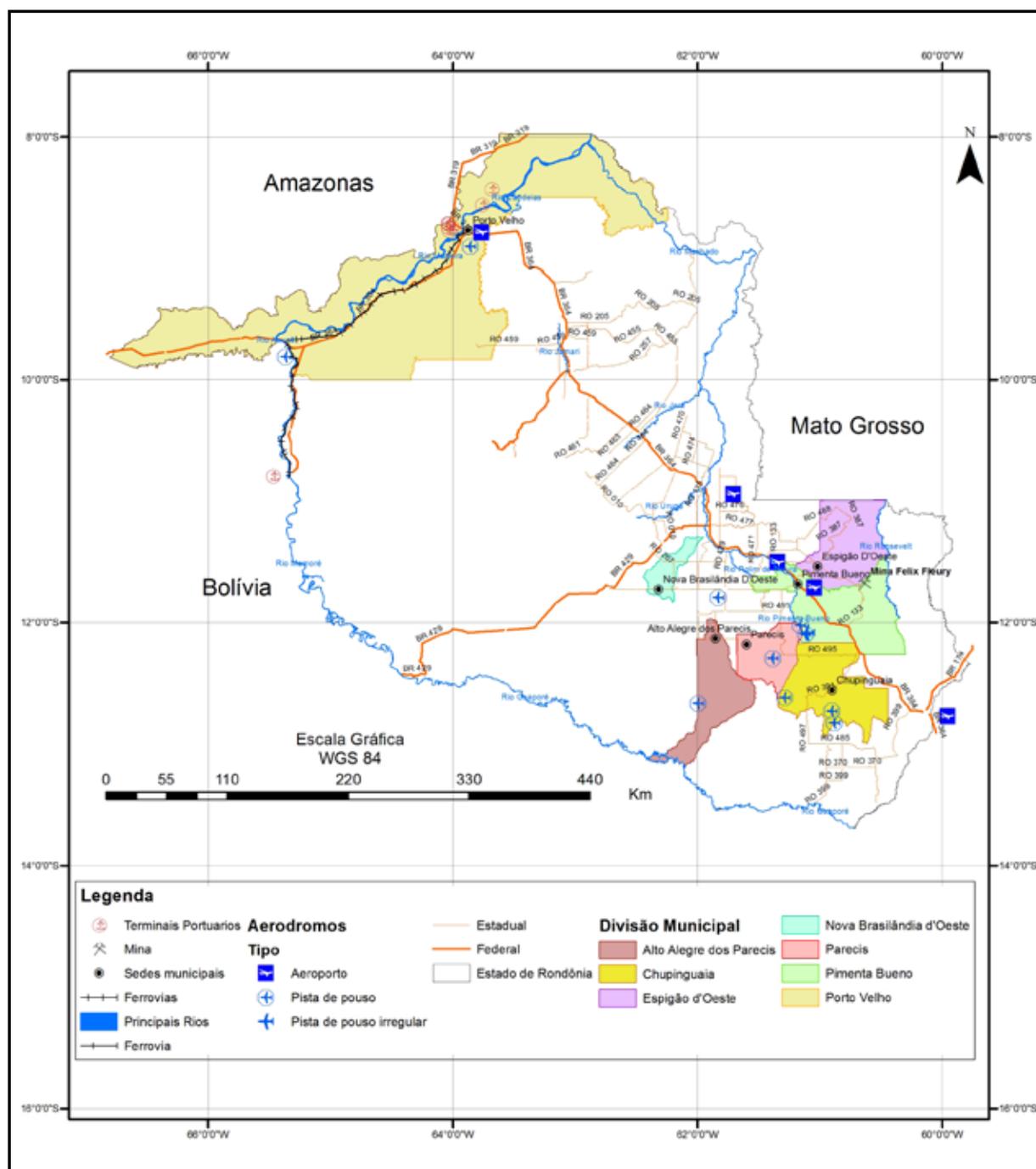


Figura 2.5 – Mapa com as principais Infraestruturas, partindo de Porto Velho (capital) em direção aos municípios nos quais estão localizadas as áreas alvos do projeto, no interior do Estado de Rondônia.

3 – CONTEXTO GEOLÓGICO REGIONAL

As coberturas sedimentares Fanerozóicas de Rondônia são relacionadas à bacia dos Parecis, localizada na região sudoeste do Cráton Amazônico entre as bacias do Solimões e Alto Tapajós ao Norte e bacia do Paraná ao Sul. Neste capítulo serão apresentados aspectos gerais do embasamento da bacia dos Parecis que compreende rochas do Cráton Amazônico, bem como o entendimento atual de sua estratigrafia.

3.1 - CRÁTÓN AMAZÔNICO

O Cráton Amazônico tem área de aproximadamente 4.400.000Km², sendo uma das maiores e menos conhecidas áreas de exposição de rochas do Pré-Cambriano do mundo (BAHIA, 2007). As coberturas sedimentares do Fanerozóico no limite setentrional dificultam o traçado de sua borda norte. A porção norte do Cráton Amazônico se estende até a Venezuela, Guiana, Suriname e Guiana Francesa. As bordas sul e leste deste cráton são delimitadas pelos cinturões dobrados do Neoproterozóico denominados Paraguai e Araguaia (RIZOTTO & HARTAMANN, 2012) (Figura 3.1).

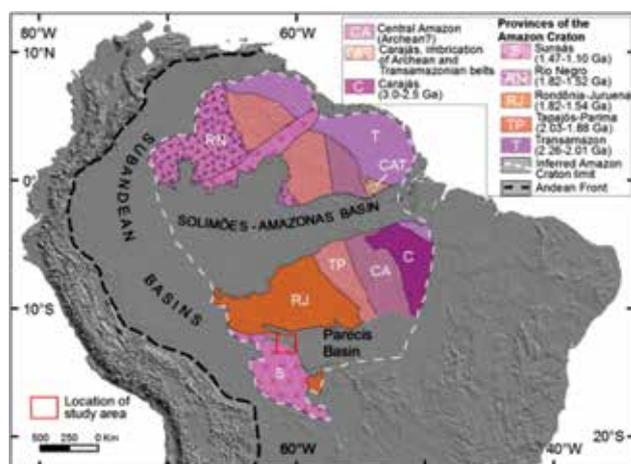


Figura 3.1 – Principais províncias do Cráton Amazônico e coberturas sedimentares associadas (adaptado de Rizzotto & Hartmann, 2012).

O Cráton Amazônico atuou como embasamento sobre o qual se desenvolveram diversas coberturas sedimentares durante o Fanerozóico (COUTINHO, 2008). Durante o Fanerozóico, a sedimentação foi controlada por estruturas do embasamento e por processos tectônicos intraplaca que deram origem a deposição de sedimentos continentais e marinhos (BRITO NEVES, 1984 e BAHIA, 2007). As principais bacias sedimentares que se desenvolveram sobre o Cráton Amazônico são: bacia do Acre, Solimões, Amazonas, Alto Tapajós e dos Parecis (Figura 3.1 e Figura 3.2).



Figura 3.2 – Principais bacias sedimentares intracontinentais brasileiras.

3.2 - BACIA DOS PARECIS

A bacia dos Parecis é uma das grandes bacias intracratônicas brasileiras, possui formato alongado na direção E-W e uma área de aproximadamente 500.000Km² de extensão no norte do Mato Grosso e sudeste de Rondônia (Figura 3.3) (SIQUEIRA, 1989).

Apesar de sua grande extensão territorial e potencial para exploração de hidrocarbonetos e recursos minerais diversos, a bacia dos Parecis é uma das bacias menos estudadas do Brasil. Desde a década de 70 foram desenvolvidos projetos de reconhecimento regional incluindo mapeamento geológico na escala 1:500.000 e 1:250.000 realizados pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM em parceria com Departamento Nacional de Produção Mineral - DNPM, Companhia Mato-Grossense de Mineração - METAMAT e PETROBRAS.

Houve também avanços na aquisição de dados de geofísica a partir de levantamentos gravimétricos, aeromagnetométricos e gamaespectrométricos, bem como levantamentos regionais de sísmica de refração. Ao todo existem sete levantamentos aeromagnéticos que, juntos recobrem quase toda bacia dos Parecis (Tabela 3.1) (FARIA *et al.*, 2013).

Foram desenvolvidos cinco projetos de levantamentos geológicos nesta bacia até a década de 1980. O primeiro com ênfase na porção oeste desta bacia, denominado “Projeto Sudeste de Rondônia” (PINTO FILHO *et al.*, 1977).

O segundo intitulado “Projeto Centro-Oeste do Mato Grosso”, desenvolvido na porção central e nordeste da bacia (PADILHA, 1974). O terceiro, denominado “Projeto Serra do Roncador”, foi realizado na porção sudoeste da bacia (COSTA; FRAGOMENI; FRAGOMENI, 1975). O quarto e o quinto levantamentos

Tabela 3.1 – Levantamentos aerogeofísicos na bacia dos Parecis. (Faria et al., 2013)

Levantamento	Ext. bacia dos Parecis	Reserv. Indig. Juruena	Bc. Parecis Subbc Alto Xingu II	Bc. Parecis Subbc Alto Xingu I	Bacia dos Parecis	Mato Grosso área 1	Mato Grosso área 2
Código	4066	4064	4062	4061	4049	1072	1080
Espaçamento linha de voo	12km	18km	6km	3km	3km	0,5km	0,5km
Direção de voo	N15W	N20E	N15W	N15W	N-S	N-S	N-S
Altura de voo	1060m	1060m	1060m	100m	1000m	100m	100m

tiveram ênfase no reconhecimento geológico da cunha sudeste da bacia e foram denominados respectivamente “Projeto alto Guaporé” e “Projeto Serra Azul” (Barros & Pastore Jr., 1974; RIBEIRO FILHO; LUZ; ABREU FILHO, 1975 in Siqueira, 1989).

O poço PB-1-RO buscando ocorrências de carvão mineral, atingiu profundidade de 941m na região de Pimenta Bueno sem alcançar o embasamento. No projeto Presidente Hermes (CPRM) foram realizadas perfurações rasas nesta bacia, para exploração de calcário na região de homônima.

O registro sedimentar da Bacia dos Parecis compreende rochas com idades do Ordoviciano-Siluriano ao Cenozóico, totalizando uma pilha sedimentar com espessura máxima da ordem de 6000 metros (SIQUEIRA, 1989). Esta bacia é subdivida de Oeste para Leste em três sub-bacias: 1) Fossa tectônica de Rondônia; 2) Chapada dos Parecis ou Juruena e 3) Depressão do Alto Xingu (Figura 3.3) (DARDENNE *et al.*, 2005; BAHIA, 2007).

O mapa de anomalias aeromagnetométricas (campo total) sugere um prolongamento das estruturas dos grabens de Pimenta Bueno e de

Colorado por mais de 700 km para leste, separados por um alto estrutural denominando Rio Branco do Guaporé (Figura 3.4), que corresponde à Fossa tectônica de Rondônia (SOEIRO *et al.* 1981; BAHIA 2007). Esta estrutura, juntamente com as sub-bacias de Juruena e do Alto Xingu, representam a fase de evolução da bacia por meio de desenvolvimentos de riftes intra continentais, que correspondem aos principais depocentros da Bacia dos Parecis (BAHIA *et al.*, 2007).

O preenchimento da Bacia dos Parecis é compreendido por duas fases distintas. A primeira fase se desenvolveu em ambiente do tipo rifte com preenchimento dos grábens de Pimenta Bueno e do Colorado por meio da ação de leques aluviais, sedimentação em ambiente glacial, fluvial e marinho costeiro. A segunda fase corresponde à sinéclise paleozoica propriamente dita, onde a subsidência e processos térmicos deram origem à geração de espaço de acomodação para a deposição de sedimentos continentais em ambientes desérticos e fluviais e ao magmatismo básico continental desenvolvido durante o Jurássico e Cretáceo (BAHIA, 2007).

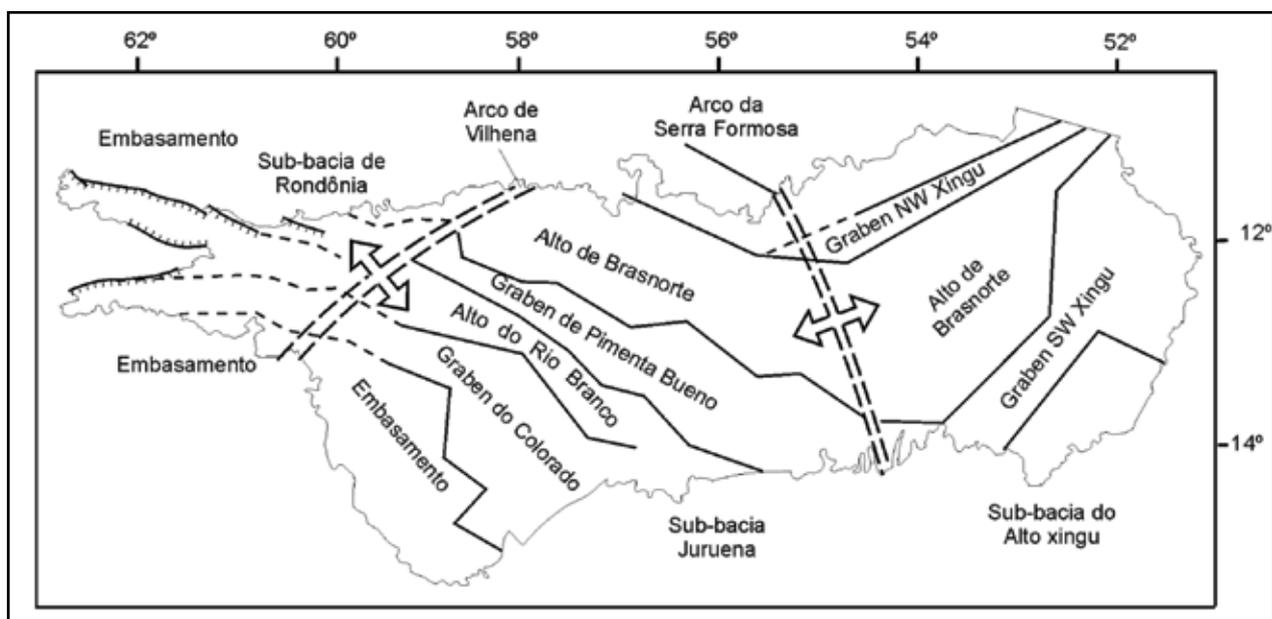


Figura 3.3 – Bacia dos Parecis com suas respectivas sub bacias associadas (Modificado de Siqueira, 1989).

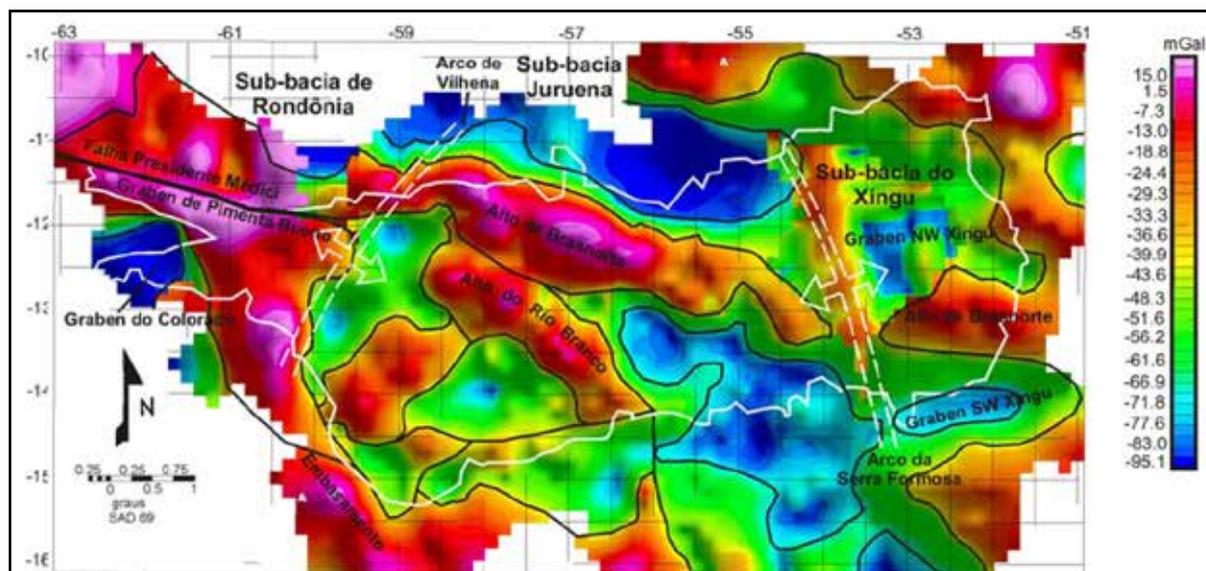


Figura 3.4 – Mapa gravimétrico Bouguer da Bacia dos Parecis. (Bahia et al., 2007).

3.3 - ESTRATIGRAFIA DA BACIA DOS PARECIS

O entendimento atual da estratigrafia da Bacia dos Parecis compreende cinco megassequências depositadas do Ordoviciano ao Terciário. A primeira megassequência é Ordoviciano-Siluriano, seguida pela megassequência Devoniano, Carbonífero-Permiano, Juro-Cretáceo e Cenozóico (BAHIA *et al.*, 2006).

3.3.1 - Megassequência Ordoviciano-Siluriano

A deposição dos sedimentos da Bacia dos Parecis se inicia com uma fase rífte com a deposição da Formação Cacoal durante o Ordoviciano (DARDENNE *et al.*, 2005). A Sequência Ordoviciano-Siluriano da Bacia dos Parecis foi primeiramente definida em Siqueira (1989) sob a denominação de Formação Cacoal. Esta formação foi posteriormente redefinida como Formação Rolim de Moura Rizzotto *et al.*, (2004a e 2004b), sob a argumentação que a denominação Cacoal já havia sido utilizada para Suíte Intrusiva Cacoal, e a posicionam no Siluriano, seguindo o posicionamento cronoestratigráfico de Siqueira (1989).

A Formação Rolim de Moura aflora nos grábens de Pimenta Bueno e Colorado com exposições de conglomerado polimítico com matriz arcoseana contendo clastos de rochas máfica, ultramáfica, vulcânica félsica, gnaiss e metassiltito. Camadas de calcário dolomítico laminado, arenito conglomerático, argilito, arcóseo, siltito carbonático e folhelho. O ambiente proposto para esta formação é leque aluvial, flúvio-deltaico e lacustre (RIZZOTTO *et al.*, 2004a, 2004b).

A Formação Pimenta Bueno (Leal *et al.*, 1978) é composta por folhelhos, diamictitos, arcóseos, conglomeráticos, arenitos e lentes de carvão (Pinto Filho *et al.*, 1977). Na porção superior desta formação ocorrem evaporitos gipsita, agulhas de anidrita e carbonatos (SOEIRO *et al.*, 1981 in SIQUEIRA, 1989).

A idade e os ambientes sedimentares da Formação Pimenta Bueno são ainda alvo de controvérsia. Leal *et al.* (1978) associaram esta formação com o intervalo do Neoproterozóico ao Paleozóico inferior com base em dados de palinologia suportados pela ocorrência de acritarcas *Synsphaeridium sp.* que indicaram ambiente marinho raso e idade do siluriano ao devoniano Cruz, (1980) e na ocorrência de palinomorfos filiados ao gênero *Pterophyta sp.* e *Lycopodophyta sp.* que indicariam idade Permo-Carbonífera (PINTO FILHO *et al.*, 1977). Siqueira (1989) posicionou esta formação provisoriamente no Carbonífero inferior com base em correlações com bacia do Amazonas, posição também adotada por Rizzotto *et al.*, (2004a, 2004b). Posteriormente Quadros e Rizzotto (2007) reposicionaram a Formação Pimenta Bueno no Siluriano, argumentando relações estratigráficas que também foram suportadas pelos dados de datação indireta com base em palinológicos (CRUZ, 1980).

3.3.2 - Megassequência Devoniano

O registro do Devoniano nesta bacia é correlacionado ao Grupo Paraná da Bacia do Paraná. O Grupo Paraná é composto, da base para o topo, pelas formações Furnas e Ponta Grossa (Oliveira, 1912). A Formação Furnas é composta por arenitos caolínicos brancos e conglomerados subordinados que gradam para os arenitos finos e micáceos da base da Formação Ponta Grossa. A porção superior da Formação Ponta Grossa é representada por Folhelhos marinhos ricos em matéria orgânica (MILANI *et al.*, 2007).

3.3.3 - Megassequência Carbonífero-Permiano

No Carbonífero, em lugar da Formação Pimenta Bueno, Quadros e Rizzotto (2007) desmembraram esta formação e separaram a porção glacial superior desta unidade sob a denominação Formação Pedra

Redonda. Esta unidade foi originalmente proposta na categoria de fácies da Formação Pimenta Bueno (LEAL *et al.*, 1978).

A Formação Pedra Redonda reúne diversos litotipos, entre eles: paraconglomerado e arenito de granulometria grossa (tilito e diamictito), matriz-suportados, com clastos polimíticos variando de seixos a matacões (xisto, gnaíse, granito, quartzito, metabásica, arenito, folhelho e calcário oolítico), com esporádicos seixos facetados e estriados (tipo “ferro-de-engomar”). Unidade “dropstone” representada por argilito laminado, cor creme, laminação plano-paralela, contendo seixos e matacões “pingados” de gnaíse, riolito, granito, quartzito e metabásica. Conglomerado polimítico estratificado, com seixos subarredondados de riolito, granito e folhelho. O ambiente proposto é glacio-lacustre e de leque aluvial (QUADROS & RIZZOTTO, 2007).

A Formação Fazenda da Casa Branca aflora nas bordas norte e oeste da bacia dos Parecis. Esta formação é composta por conglomerados, arenitos e arenitos siltosos com dropstone. Os ambientes de sedimentação foram interpretados como glacial e periglacial (Caputo, 1984 in Siqueira, 1989), fluvial e lacustre em planície de inundação (PADILHA *et al.* 1974).

3.3.4 - Megassequência Juro-Cretáceo

A quarta megassequência da Bacia dos Parecis é composta por rochas sedimentares da Formação Corumbiara sotoposta às rochas vulcânicas básicas denominadas Formação Anari capeadas pelos arenitos eólicos da Formação Rio Ávila (BAHIA, 2007; QUADROS & RIZZOTTO, 2007).

A Formação Corumbiara foi criada para agrupar conglomerados e arenitos imaturos interdigitados que afloram como franja, bordejando a Formação Rio Ávila e está em contato, na maioria das vezes por falha com as rochas do embasamento. Esta unidade foi correlacionada à Formação Fazenda da Casa Branca devido à semelhança entre elas, sendo posicionada provisoriamente no Paleozóico (RIZZOTTO *et al.*, 2010).

A Formação Anari é composta predominantemente por basaltos isotrópicos de coloração cinza, os quais apresentam disjunção colunar e esferoidal. Subordinadamente ocorrem diabásios relacionados a este magmatismo. O basalto da Formação Tapirapuã, que ocorre no Mato Grosso apresenta composição mineral e características gerais semelhantes aos basaltos da Formação Anari (BAHIA, 2007).

Sobreposto a estes derrames básicos encontram-se depositados os arenitos da Formação Rio Ávila (BIZZI, 2003). Estes arenitos contêm estruturas sedimentares que permitem interpretá-los como de origem eólica em ambiente desértico, depositados durante Neojurássico (BAHIA, 2006).

O Grupo Parecis (Oliveira, 1915) de idade Neocretáceo é representado da base para o

topo pelas formações Salto das Nuvens e Utiariti respectivamente. A Formação Salto das Nuvens (BARROS *et al.*, 1982), é composta por conglomerados intercalados com lentes de arenito vermelho, além de arenito bimodal, com estratificação cruzada de grande porte. O posicionamento desta formação no Cretáceo Médio a Superior foi embasado na ocorrência de *Mesosuchidae* (*Notosuchidae*), répteis crocodilomorfos comuns em rochas deste intervalo na América do Sul (BAHIA, *et al.*, 2006).

A Formação Utiariti (BARROS *et al.*, 1982) reúne os arenitos depositados em contato concordante e gradativo sobre a Formação Salto das Nuvens. Os arenitos da Formação Utiariti são maciços, apresentando localmente estratificação plano-paralela ou cruzada de pequeno porte. Os ambientes de sedimentação associados à Formação Utiariti são interpretados como fluviais, lacustrinos e eólicos. Durante o Cretáceo ocorreram intrusões de corpos kimberlíticos nestas sequências sedimentares (BAHIA *et al.*, 2007).

3.3.5 - Cenozoico

O Cenozóico está relacionado a coberturas laterítica e detriticas da Formação Ronuro e às Coberturas Sedimentares Indiferenciadas da Formação Guaporé. A Formação Ronuro, de idade Terciário/Quaternário, aflora continuamente na porção leste da bacia, no domínio da sub-bacia Alto Xingu, capeando discordantemente as formações do Paleozóico. Consiste de rochas sedimentares pouco litificadas, representados por arenito, siltito, argilito e conglomerado, além de lateritas (SCHOBENHAUS *et al.*, 1981).

A Formação Guaporé (OLIVATTI, 1974) é representada por Coberturas Sedimentares Indiferenciadas. Os sedimentos, constituídos por areia, silte, argila, cascalho, além de laterita imatura, representam depósitos de leques aluviais, coluviais, planícies de inundação e lagos (LACERDA FILHO *et al.*, 2004).

Em Dardenne *et al.* (2005) é apresentada uma divisão litoestratigráfica para o intervalo de rochas Paleozóicas dos grábens de Pimenta Bueno e de Colorado. A sucessão estratigráfica destes grábens foi dividida em quatro sequências com base em critérios litológicos: sequência congomerática inferior, sequência carbonática, sequência glacio-marinha e sequência siliciclástica. Estes autores correlacionam a sequência congomerática basal à Formação Cacoal (Rolim de Moura). A sequência carbonática é elegida como horizonte guia e também foi correlacionada à Formação Cacoal (Rolim de Moura). A sequência glacio marinha, constituída por diamictitos e argilitos marrom-chocolate, foi correlacionada à Formação Pimenta Bueno (sensu Leal *et al.*, 1978), então admitida como do Carbonífero. A sequência siliciclástica, constituída por arcóseos avermelhados com folhelhos e siltito marrom-chocolate, foi interpretada como derivada de um ambiente plataformal afetado por ondas de tempestade.

4 – GEOFÍSICA DE PROSPECÇÃO

Em cumprimento ao acordo com a SEAGRI-RO, a CPRM executou um estudo geofísico para a identificação de possíveis cavernas e para o mapeamento da camada de carbonatos em uma área da mina de calcário Félix Fleury. Este capítulo apresenta os dados obtidos deste estudo.

Foi escolhido o método da eletrorresistividade, técnica do caminhamento elétricos pelo arranjo dipolo-dipolo, devido a facilidade da execução, custo relativamente baixo e devido ao bom contraste de resistividade entre os meios geológicos existentes no local.

É apresentada uma introdução teórica do método empregado, bem como a técnica de aquisição dos dados em campo. Em seguida serão mostrados os resultados obtidos.

4.1 - LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO GEOFÍSICO

A área definida para estudo ficou delimitada por um retângulo com aproximadamente 1000 m na direção leste-oeste e 500m na direção norte-sul. Este retângulo foi posicionado ao norte da atual frente de lavra da mina de calcário Félix Fleury. Foram definidas linhas nas direções norte-sul e leste-oeste com espaçamento de 100m. As linhas de direção leste-oeste foram denominadas de linhas A-F e as linhas de direção norte-sul foram denominadas de linhas 1 a 11 (Figura 4.1).

4.2 - FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A técnica da eletrorresistividade é um método geoeletrico baseado na determinação da resistividade elétrica dos materiais, tendo sido utilizado nos mais variados campos de aplicação das geociências. Este método baseia-se no estudo do potencial elétrico tanto dos campos elétricos naturais, existentes na crosta terrestre, como dos campos artificialmente provocados. A partir de medições do potencial elétrico na superfície pode-se determinar, no subsolo, a existência de corpos minerais e reconhecer estruturas geológicas. Qualitativamente, resistividade é uma medida de dificuldade que um determinado material impõe à passagem de uma dada corrente elétrica ou, o inverso, a condutividade é a facilidade com que a corrente elétrica passa através de certo material. A resistividade é designada por (ρ), dada em ohm.m e a condutividade (σ), dada em S/m, sendo a relação entre elas $\rho=1/\sigma$. A resistividade elétrica das rochas e minerais é uma propriedade que depende de vários fatores. Além da presença de água em fraturas e poros das rochas, a presença de minerais condutivos faz baixar o valor da resistividade.

A resistividade é dada pela Lei de Ohm:

$$\rho = \frac{\Delta V}{I} \cdot \frac{L}{A} \quad (I)$$



Figura 4.1 – Detalhe da área de estudo.

Onde A é a área de uma face do cubo, L é a distância de face a face, ΔV é a diferença de potencial entre as faces e I é a intensidade de corrente que passa através da amostra.

Num meio heterogêneo, os valores de área e comprimento já não podem ser definidos, a priori, porque dependem da geometria do arranjo dos eletrodos no terreno e são, portanto, substituídos na fórmula da resistividade por uma constante k, que será diferente para cada arranjo. A resistividade medida, desta forma, não será mais a resistividade de uma rocha ou de uma camada e sim uma resistividade média do pacote de rochas (incluindo solo) e, por isso, denominada resistividade aparente, que é uma expressão da resistividade que o meio teria se fosse homogêneo e não guarda nenhuma relação quantitativa absoluta com o valor da resistividade verdadeira. Ela reflete apenas as propriedades médias do meio pelo qual a corrente passou.

A resistividade aparente depende do tipo de arrajo usado na investigação; da natureza do solo e do subsolo atravessado pela corrente primária (corrente injetada no terreno); e da situação do corpo rochoso (pouco, muito ou não fraturado). Na Figura 4.2 a seguir é mostrada uma tabela com os valores de resistividade média para cada tipo de rochas e solos.

4.2.1 - Técnica de Aquisição de Dados

O arranjo dipolo-dipolo é um tipo de caminhamento elétrico (CE) que permite a investigação lateral da resistividade aparente em profundidades distintas (Figura 4.3). Neste arranjo, os eletrodos AB de injeção de corrente e MN de potencial são dispostos segundo uma linha e o arranjo é definido pelos espaçamentos entre os eletrodos X=AB=MN. A profundidade de investigação cresce com a distância entre os eletrodos de potencial e os de corrente (R) e, teoricamente, corresponde a R/2. As medidas são efetuadas em várias profundidades de investigação (n), isto é, n = 1, 2, 3, 4, 5... é o ponto de intersecção entre uma linha que parte do centro do arranjo de eletrodos AB e outra que parte do centro do arranjo MN, com ângulos de 45°.

Neste tipo de levantamento do caminhamento elétrico (CE), os eletrodos são expandidos simetricamente a partir de um centro que permanece fixo e cujas profundidades de investigação crescem com o aumento da distância entre os eletrodos de corrente (A e B). A cada medida, os dipolos são deslocados de uma distância igual a X e os dados são novamente obtidos nas profundidades n = 1, 2, 3, 4, 5..., gerando uma seção de distribuição de pontos de resistividade aparente como ilustrado na Figura 4.4.

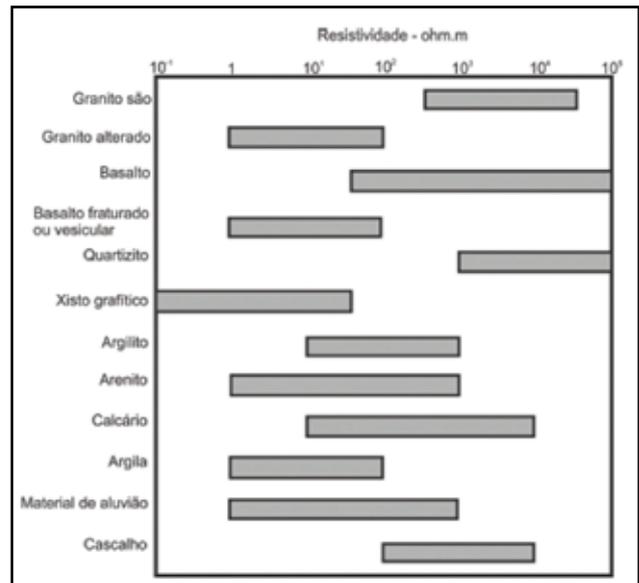


Figura 4.2 – Valores de resistividades em rochas e solos. Modificado de Ward (1990).

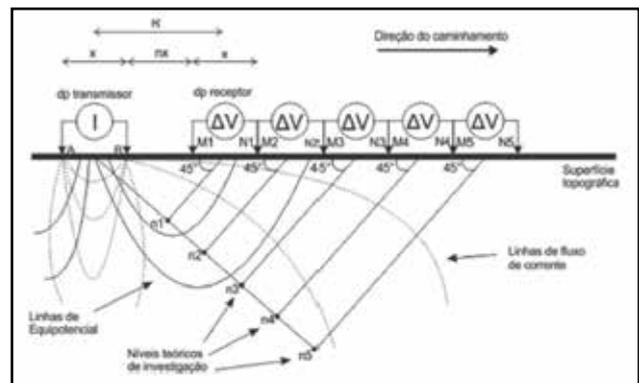


Figura 4.3 – Esquema de arranjo dipolo-dipolo utilizado em caminhamentos elétricos.

A resistividade aparente do meio é dada pela equação:

$$\rho = k \cdot \frac{\Delta V}{I} \quad (II)$$

E o fator geométrico k para o arranjo dipolo-dipolo é dado por:

$$k = 2\pi \cdot G \cdot X \quad (III)$$

Onde G é expresso pela equação:

$$G = \frac{1}{\left[\frac{1}{n} - \frac{2}{n+1} + \frac{1}{n+2} \right]} \quad (IV)$$

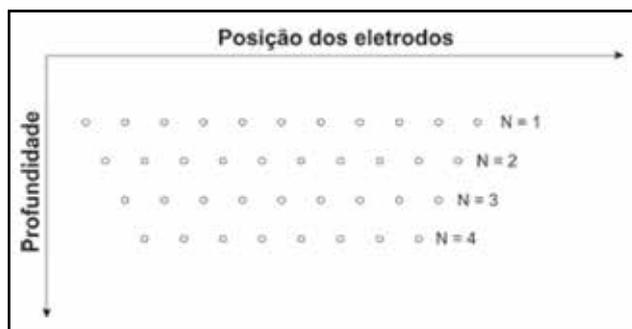


Figura 4.4 – Forma de plotagem dos dados para construção da seção de resistividade aparente (N = níveis de investigação).

4.2.2 - Metodologia do Trabalho Geofísico

Devido ao fato de a área de estudo estar localizada em região de mata fechada, houve a necessidade da abertura de picadas dentro da mata, para deslocamento da equipe de campo.

Para a aquisição dos dados de campo utilizou-se o equipamento SYSCAL-PRO da IRIS instruments. O arranjo utilizado para as leituras foi o dipolo-dipolo com espaçamento entre os eletrodos de 20m. Foram utilizados 10 canais de investigação do equipamento. Foram levantadas um total de 17 linhas de investigação (11 linhas de 500m e 6 linhas de 1000m) totalizando 11.500 metros de caminhamento elétrico.

Os dados das coordenadas (X,Y,Z) foram adquiridos através de um GPS modelo Garmin 76CSx. Os dados foram coletados em coordenadas UTM, datum WGS84. As coordenadas dos pontos iniciais e finais das linhas estão apresentadas nos Quadro 4.1 e Quadro 4.2.

4.3 - RESULTADOS DA APLICAÇÃO DA ELETRORRESISTIVIDADE

Para a inversão dos dados dos caminhamentos elétricos foi utilizado o software RES2DINV da empresa Geotomo Software. Na inversão foi utilizado o método dos mínimos quadrados (*Least-squares inversion*) incluindo suavização no modelo de resistividade (*include smoothing of model resistivity*). Os resultados dos caminhamentos podem ser visualizados nas Figura 4.5 a Figura 4.21. Vale ressaltar que os perfis A-F são orientados na direção oeste-leste e os perfis 1 a 11 são na direção sul-norte.

4.4 - DISCUSSÃO DO RESULTADOS DA ELETRORRESISTIVIDADE

Devido a parametrização do arranjo escolhido (espaçamento de 20m dos eletrodos e 10 canais de investigação), corpos, camadas ou cavidades com dimensões menores que 5m poderão não ser delimitados.

No final da década de 1970, através do Projeto Presidente Hermes, foram executados diversos furos

Quadro 4.1 – Coordenadas UTM (zona 20) / WGS84 dos caminhamentos elétricos na direção S-N.

Linha	Início		Fim	
	UTM X	UTM Y	UTM X	UTM Y
1	758116	8708026	758113	8708528
2	758001	8708028	758015	8708522
3	757904	8708028	757858	8708534
4	757808	8708037	757780	8708531
5	757699	8708042	757718	8708527
6	757612	8708028	757633	8708524
7	757513	8708035	757518	8708533
8	757411	8708038	757418	8708530
9	757304	8708042	757318	8708524
10	757217	8708033	757234	8708535
11	757106	8708047	757123	8708534

Quadro 4.2 – Coordenadas UTM (zona 20) / WGS84 dos caminhamentos elétricos na direção W-E.

Linha	Início		Fim	
	UTM X	UTM Y	UTM X	UTM Y
A	757113	8708035	758109	8708024
B	757100	8708138	758097	8708122
C	757111	8708244	758113	8708229
D	757116	8708345	758107	8708323
E	757120	8708433	758104	8708422
F	757123	8708537	758111	8708519

de sonda na região da mina de calcário. Para este projeto, em especial, foram selecionados, três furos de sonda, que estão localizados no limite da área de trabalho. Os resultados obtidos revelam que a camada de calcário varia entre 7 a 16m ao longo da linha C.

Para o cálculo de resistividade foram selecionadas quatro amostras coletadas em campo, sendo três na frente de lavra (siltito, calcário rosa, calcário branco) e uma amostra no final da linha E (granito). Estas amostras foram levadas para o laboratório de geofísica aplicada do IAG/USP para o cálculo da resistividade elétrica. Para este cálculo, foi seguida a seguinte metodologia: As amostras foram saturadas em água por cerca de três dias, após foi efetuado o cálculo do valor da resistividade das amostras. Os valores encontrados são mostrados no quadro a seguir:

Quadro 4.3 – Resistividade calculada das amostras coletadas.

AMOSTRA	RESISTIVIDADE (ohm.m)
Siltito	36,8 +/- 0,4
Calcário rosa	39,1 +/- 0,4
Dolomito branco	52,2 +/- 0,4
Granito	1457 +/- 83

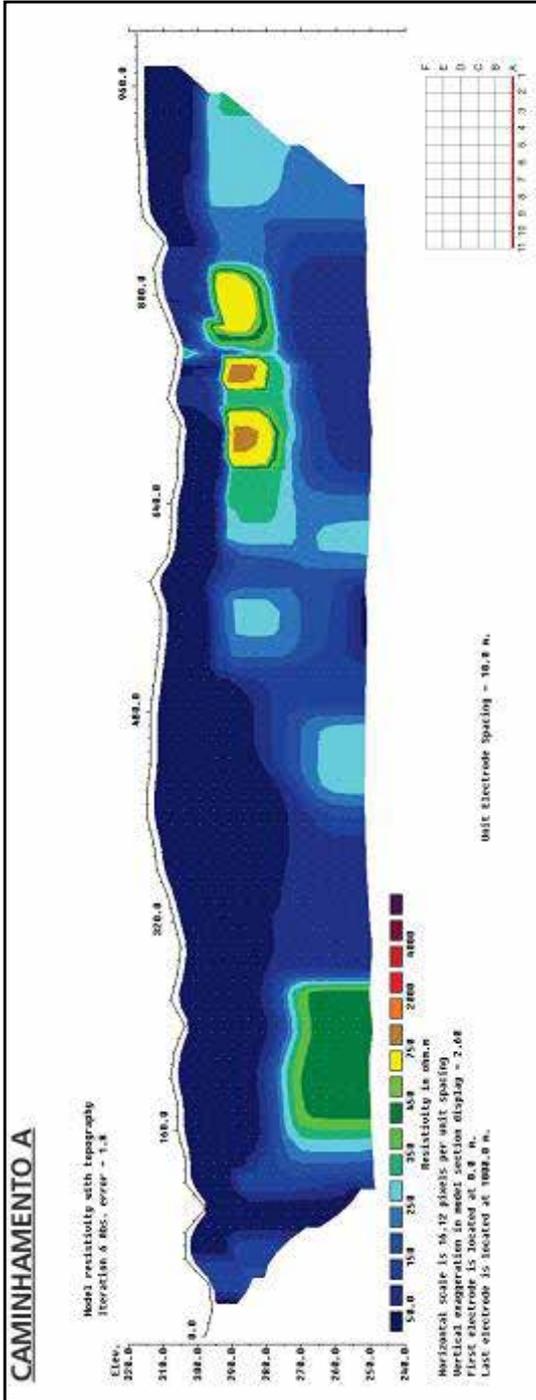


Figura 4.5 – Resultado da inversão do caminhamento A (W-E). O posicionamento da linha é mostrado no quadro inferior à direita da figura.

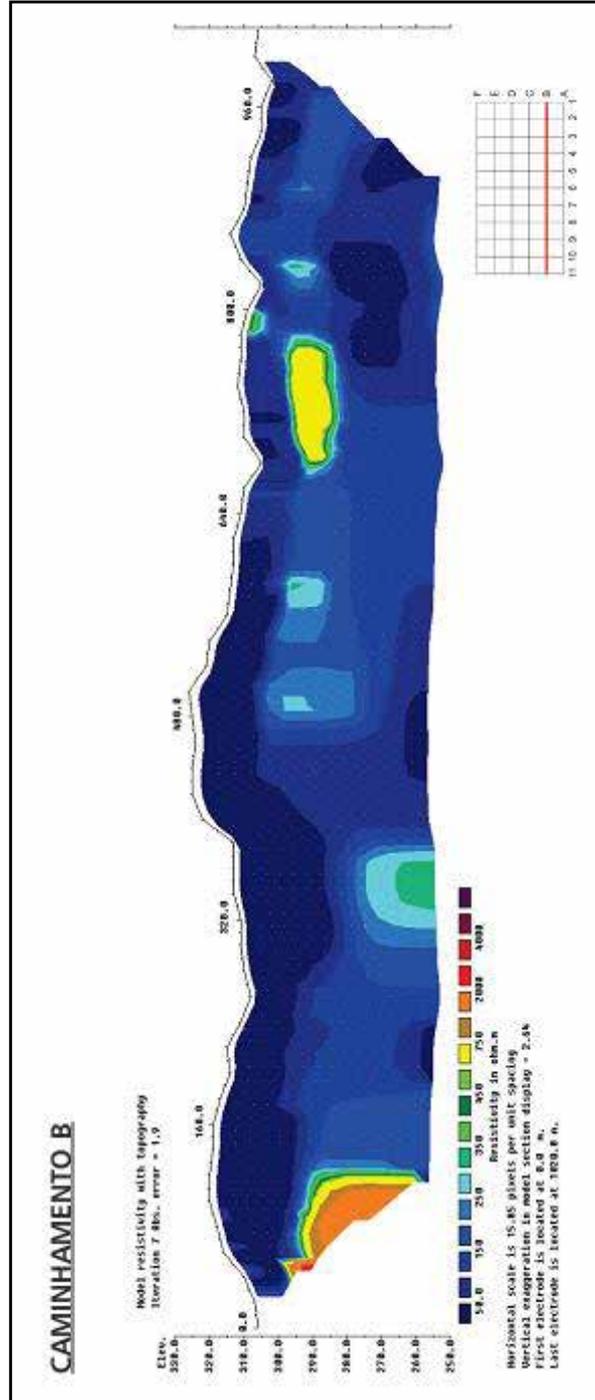


Figura 4.6 – Resultado da inversão do caminhamento B (W-E). O posicionamento da linha é mostrado no quadro inferior à direita da figura.

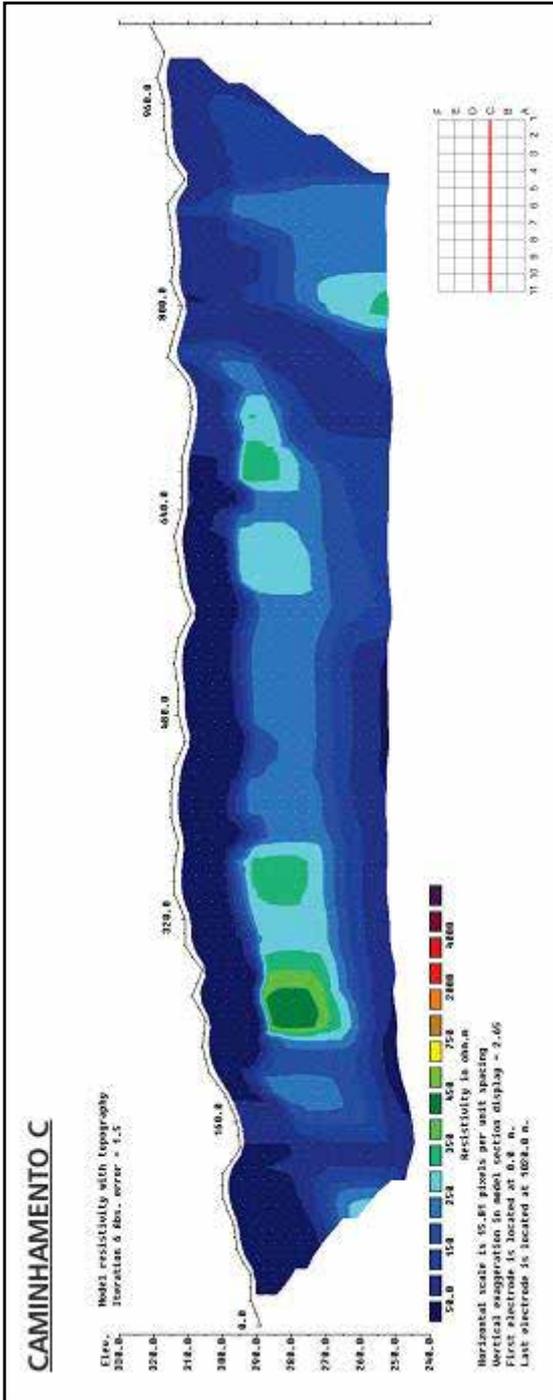


Figura 4.7 – Resultado da inversão do caminhamento C (W-E). O posicionamento da linha é mostrado no quadro inferior à direita da figura.

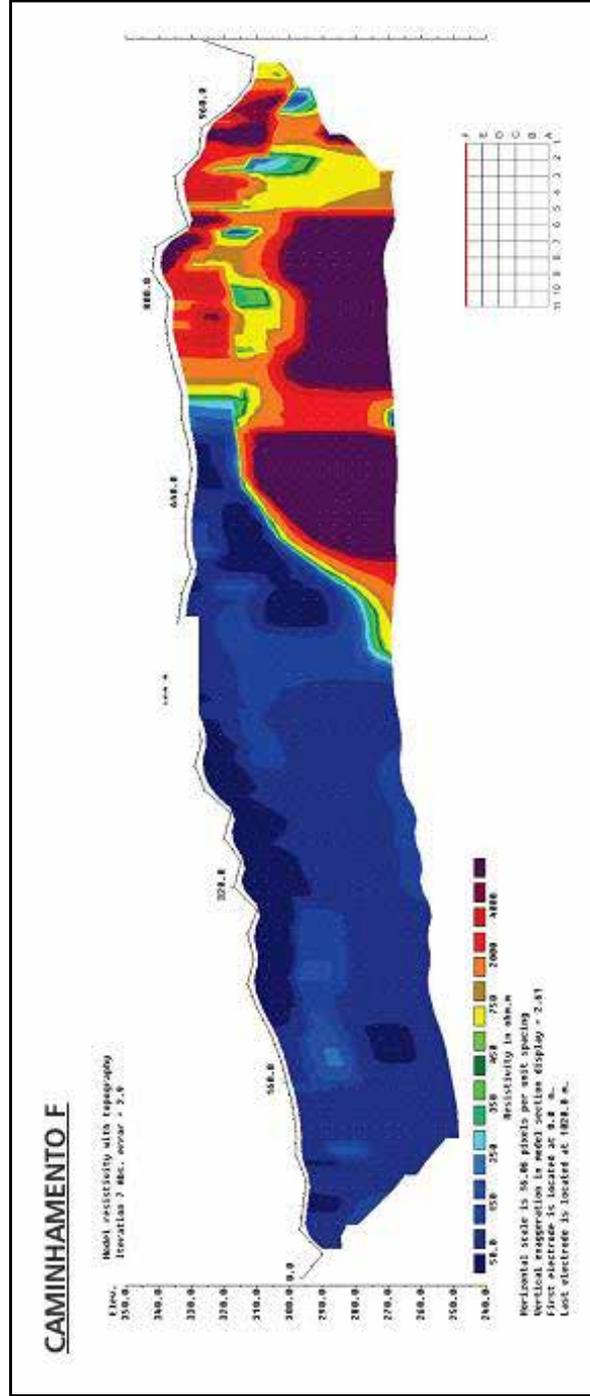


Figura 4.8 – Resultado da inversão do caminhamento D (W-E). O posicionamento da linha é mostrado no quadro inferior à direita da figura.

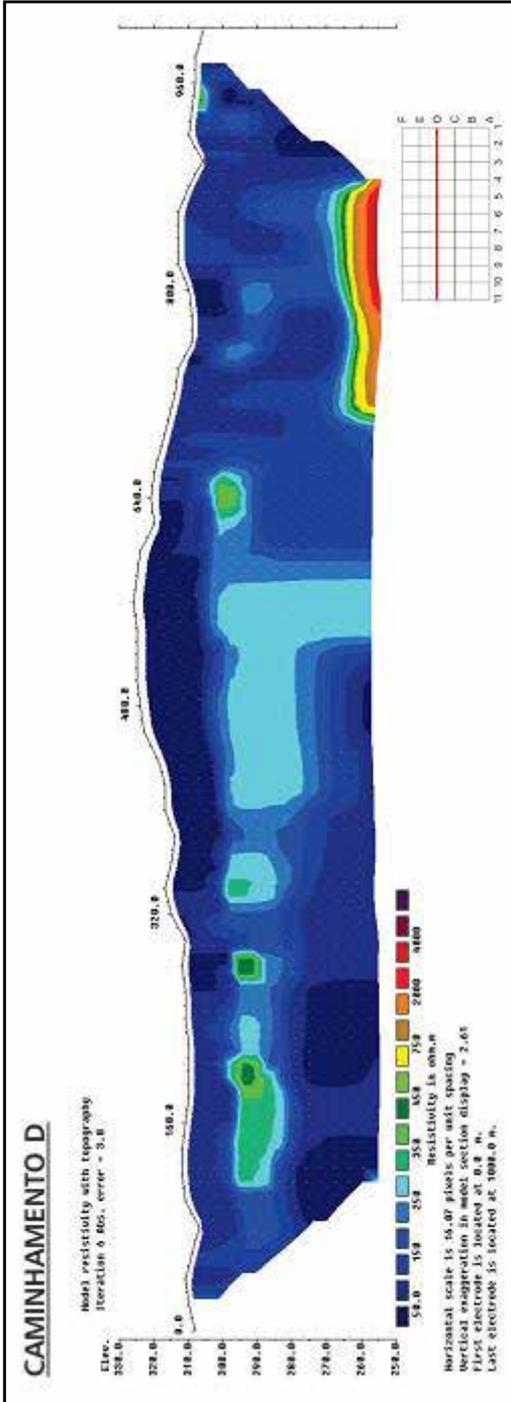


Figura 4.9 – Resultado da inversão do caminhamento E (W-E). O posicionamento da linha é mostrado no quadro inferior à direita da figura.

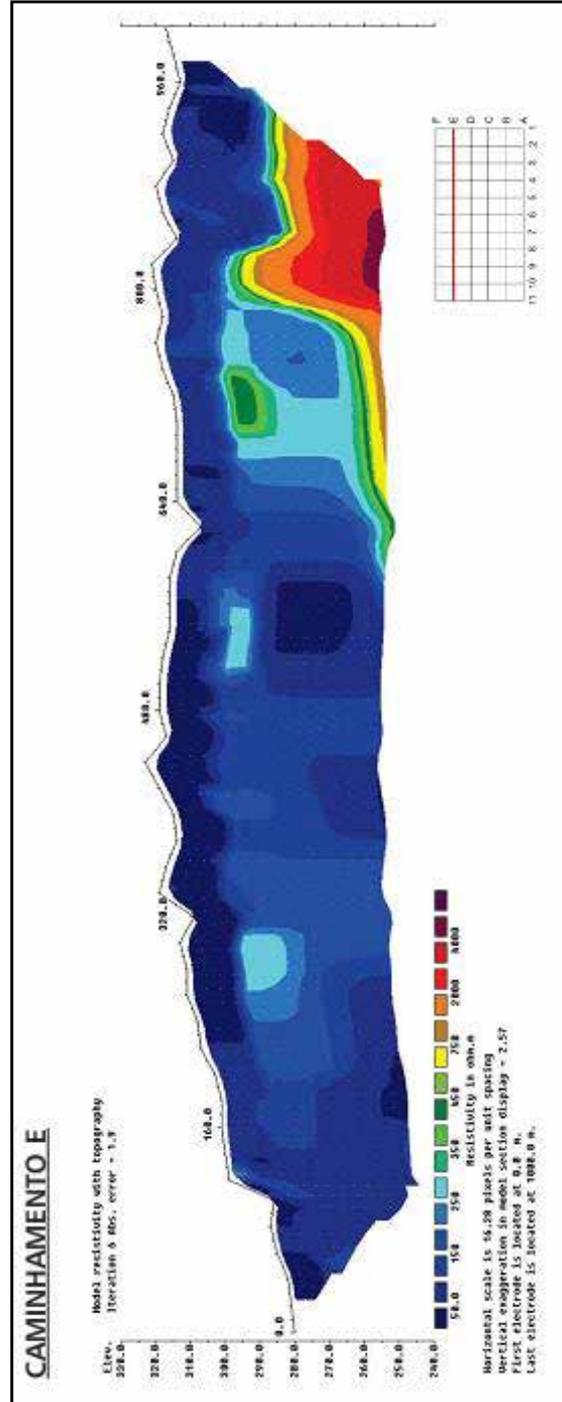


Figura 4.10 – Resultado da inversão do caminhamento F (W-E). O posicionamento da linha é mostrado no quadro inferior à direita da figura.

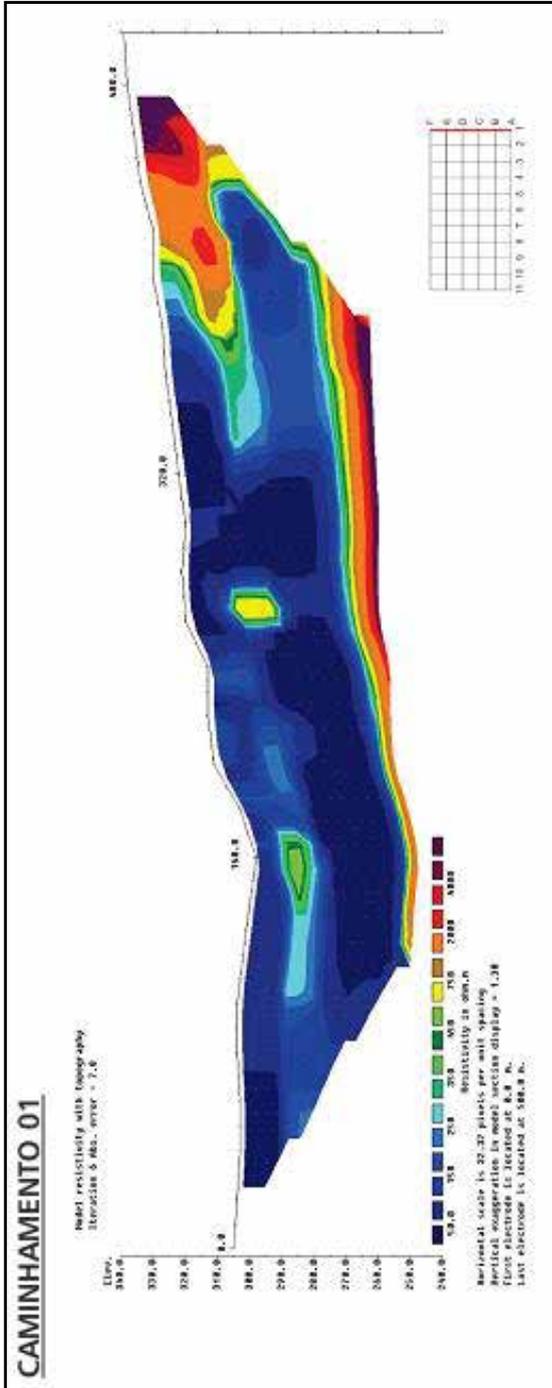


Figura 4.11 – Resultado da inversão do caminhamento 01 (S-N). O posicionamento da linha é mostrado no quadro inferior à direita da figura.

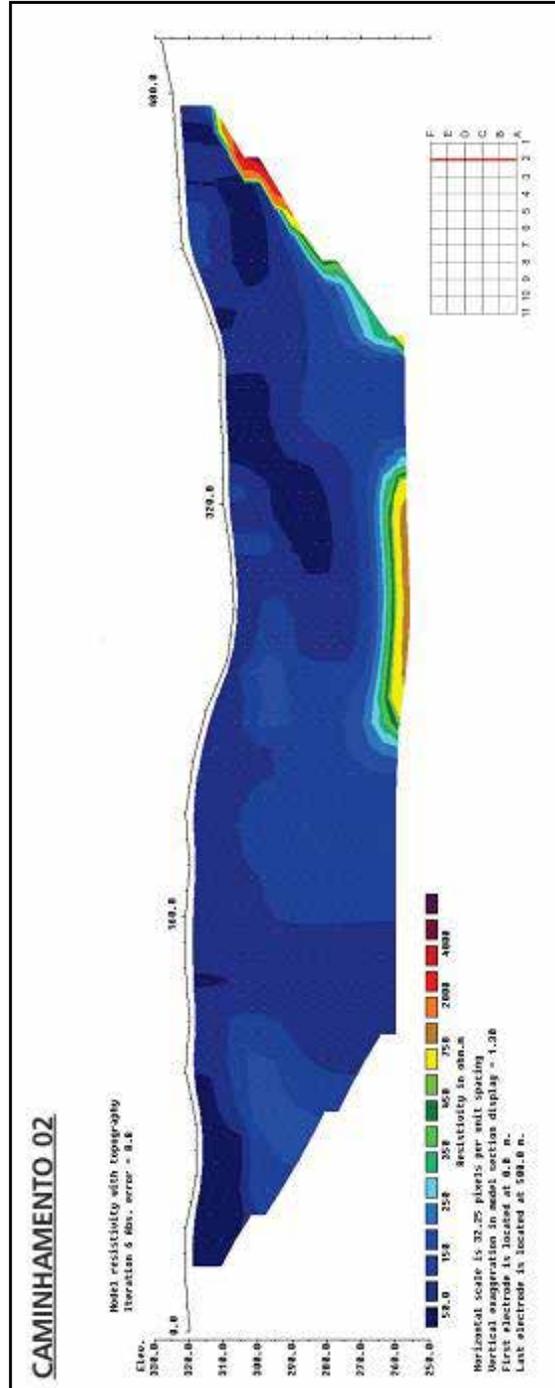


Figura 4.12 – Resultado da inversão do caminhamento 02 (S-N). O posicionamento da linha é mostrado no quadro inferior à direita da figura.

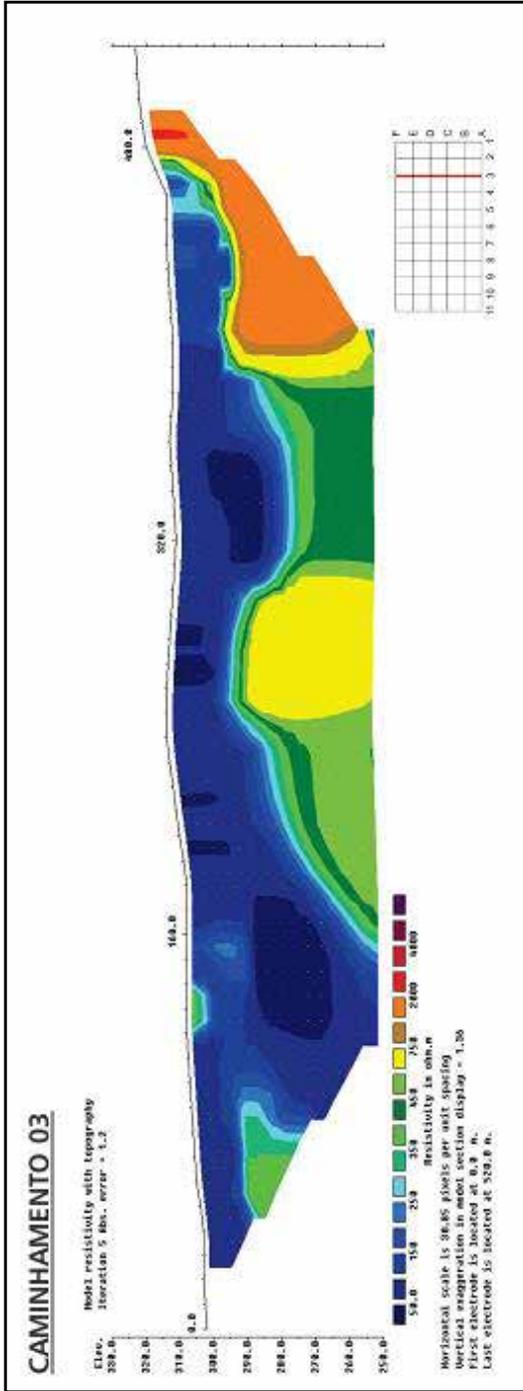


Figura 4.13 – Resultado da inversão do caminhamento 03 (S-N). O posicionamento da linha é mostrado no quadro inferior à direita da figura.

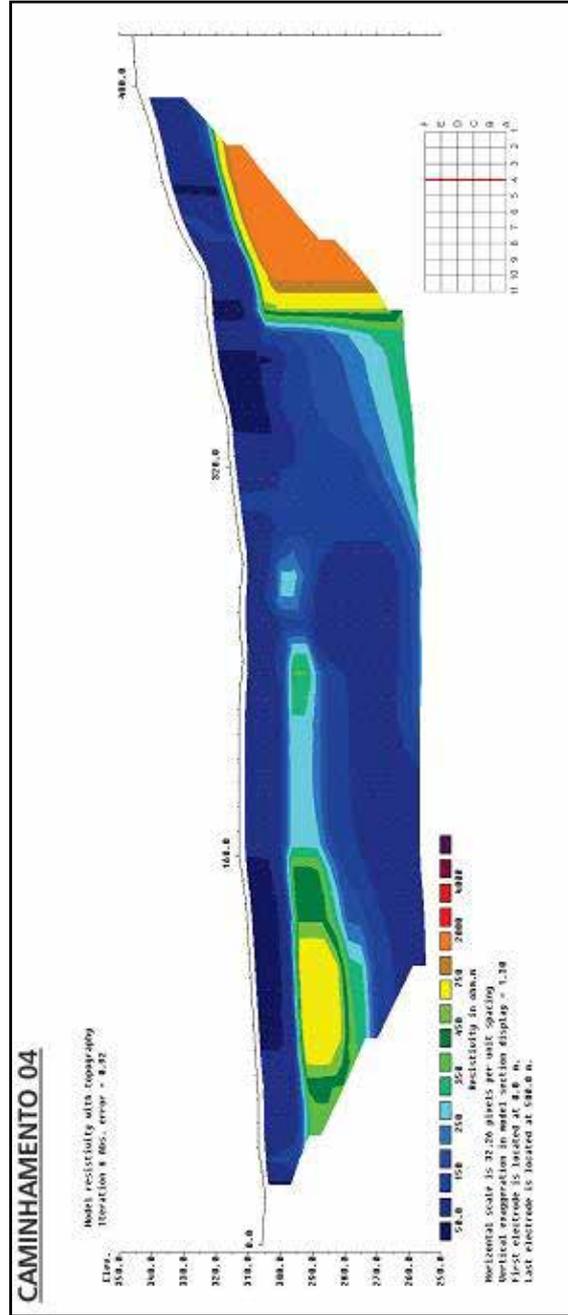


Figura 4.14 – Resultado da inversão do caminhamento 04 (S-N). O posicionamento da linha é mostrado no quadro inferior à direita da figura.

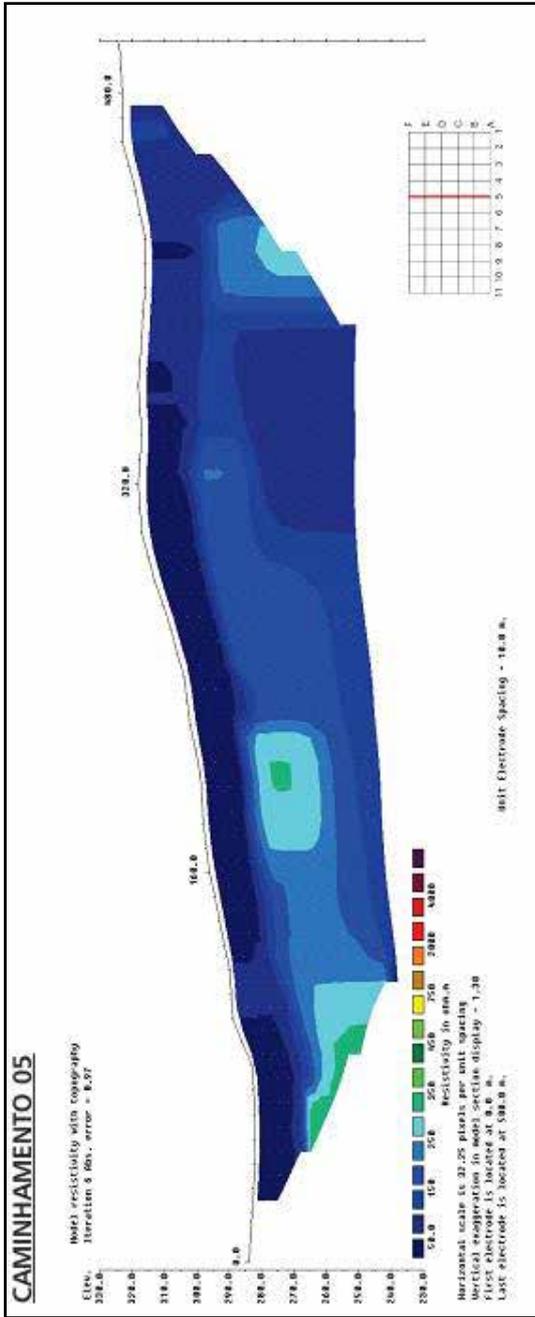


Figura 4.15 – Resultado da inversão do caminhamento 05 (S-N). O posicionamento da linha é mostrado no quadro inferior à direita da figura.

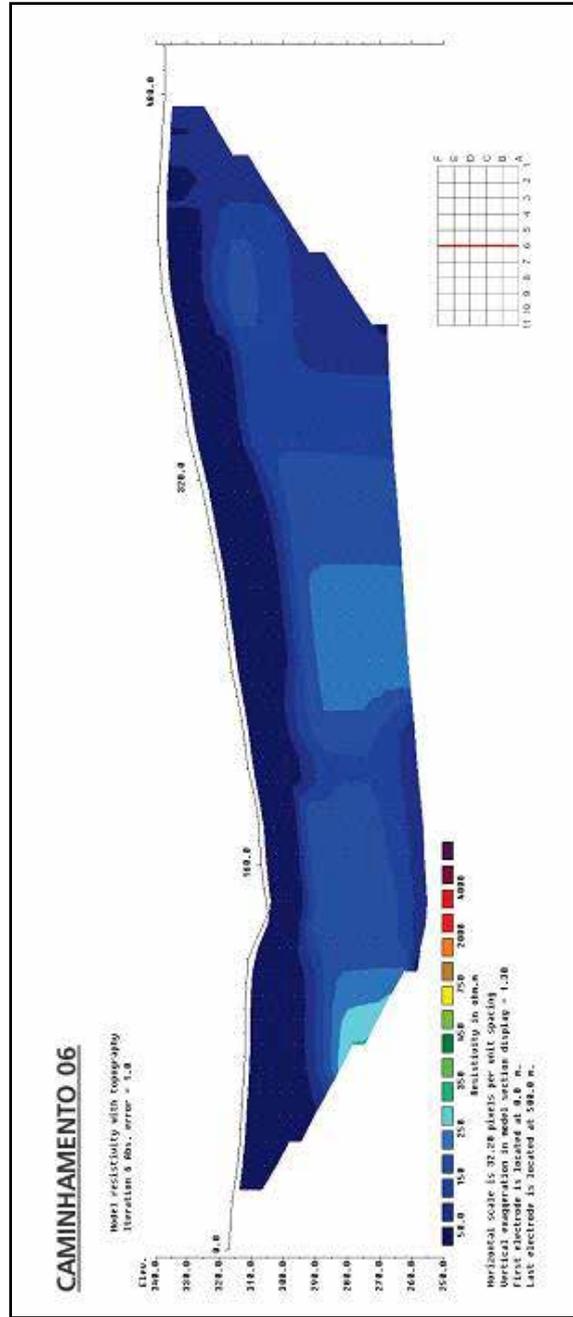


Figura 4.16 – Resultado da inversão do caminhamento 06 (S-N). O posicionamento da linha é mostrado no quadro inferior à direita da figura.

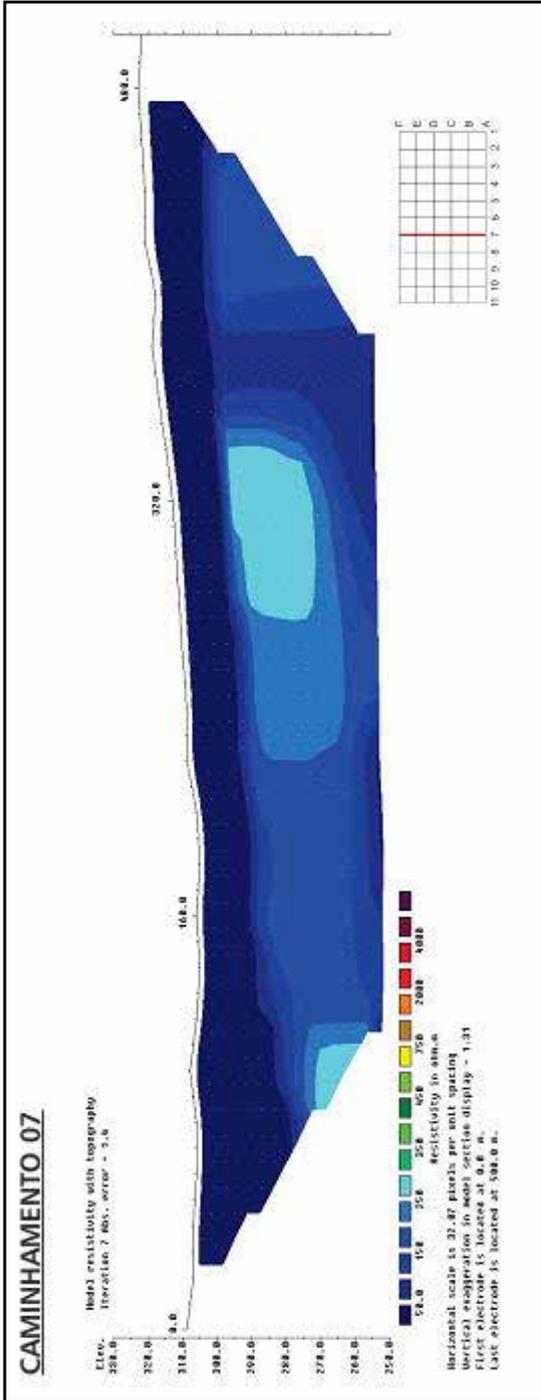


Figura 4.17 – Resultado da inversão do caminhamento 07 (S-N). O posicionamento da linha é mostrado no quadro inferior à direita da figura.

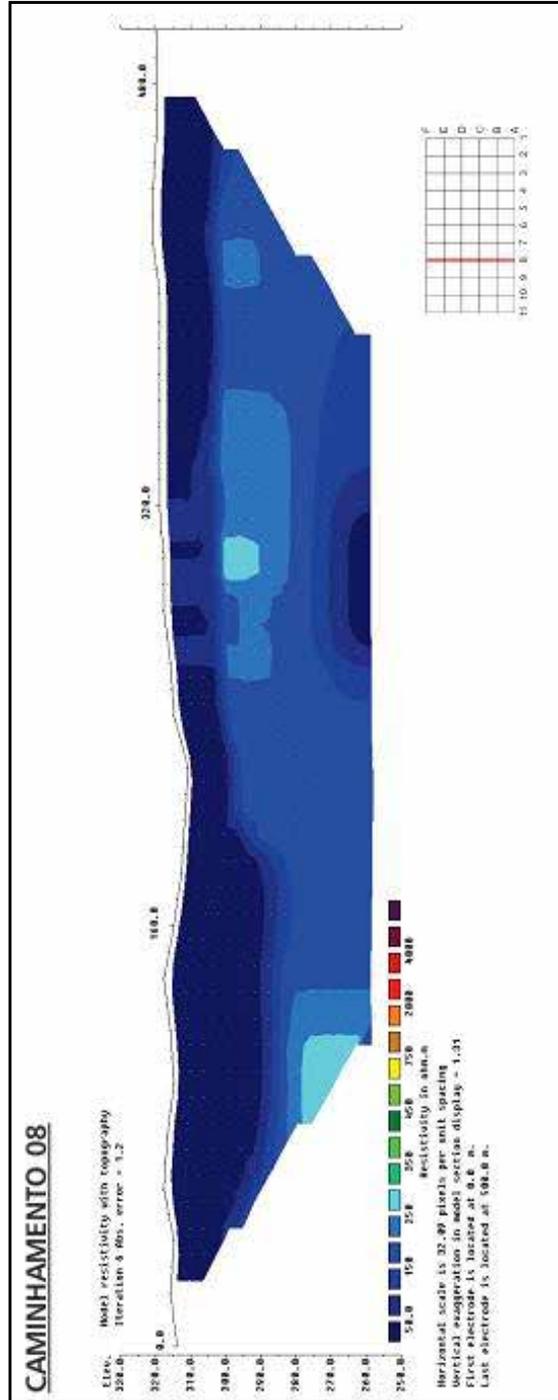


Figura 4.18 – Resultado da inversão do caminhamento 08 (S-N). O posicionamento da linha é mostrado no quadro inferior à direita da figura.

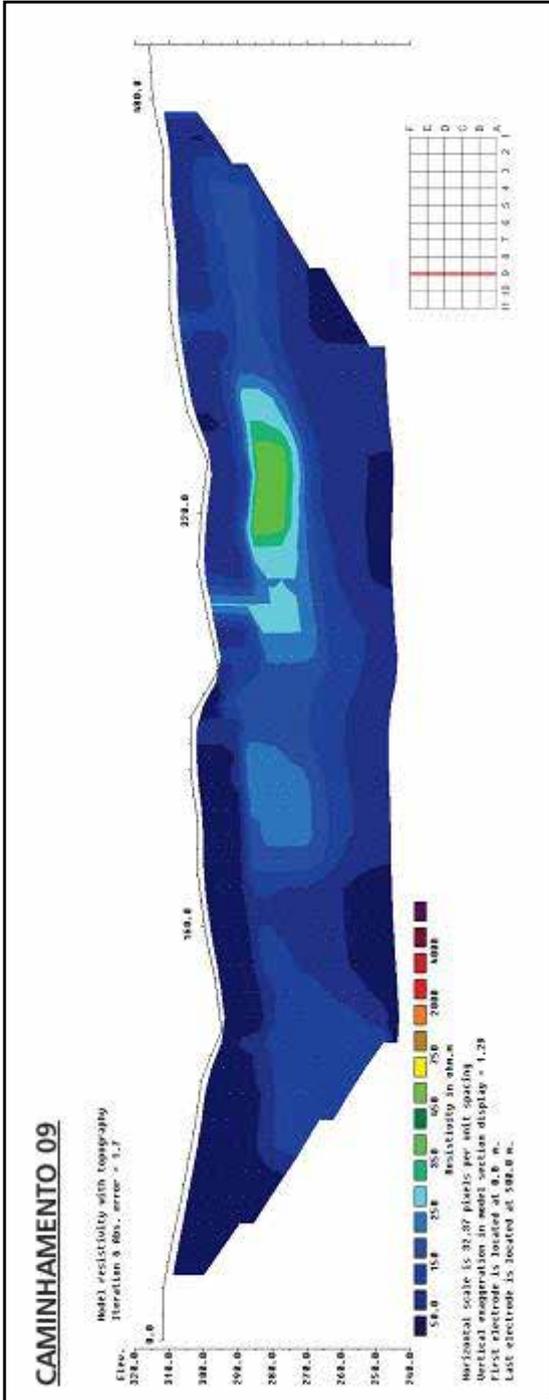


Figura 4.19 – Resultado da inversão do caminhamento 09 (S-N). O posicionamento da linha é mostrado no quadro inferior à direita da figura.

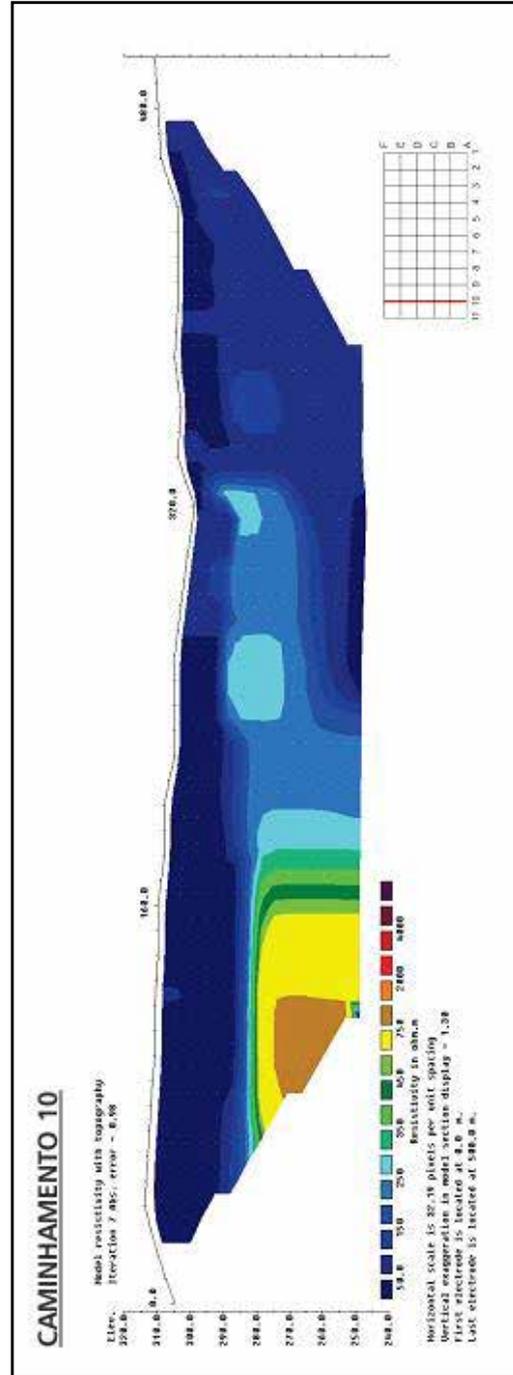


Figura 4.20 – Resultado da inversão do caminhamento 10 (S-N). O posicionamento da linha é mostrado no quadro inferior à direita da figura.

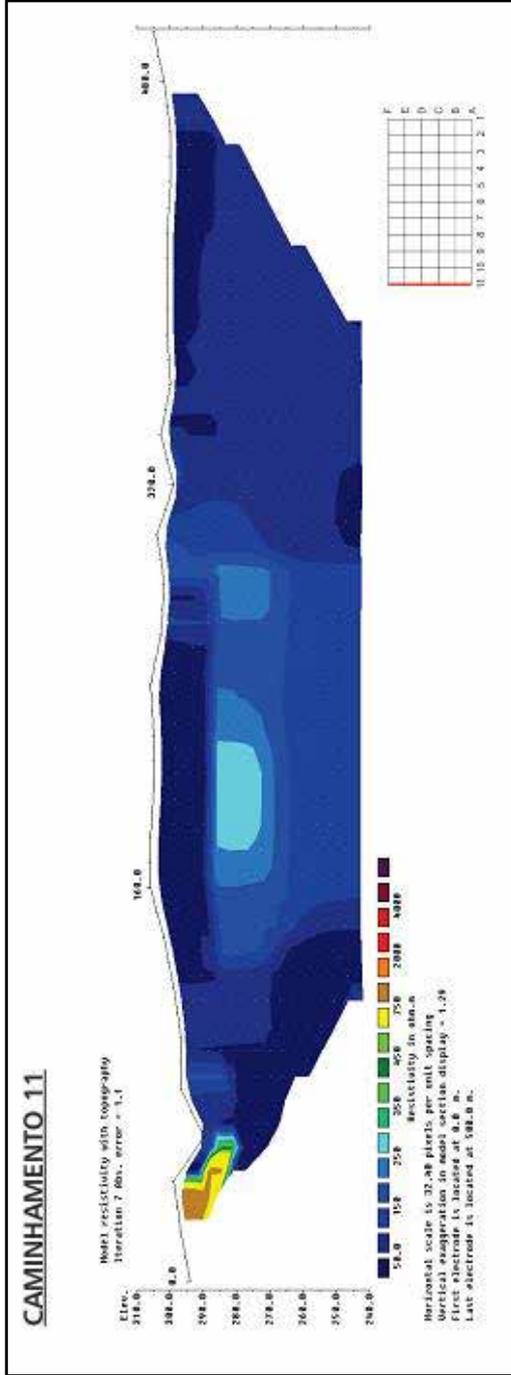


Figura 4.21 – Resultado da inversão do caminhamento 11 (S-N). O posicionamento da linha é mostrado no quadro inferior à direita da figura.

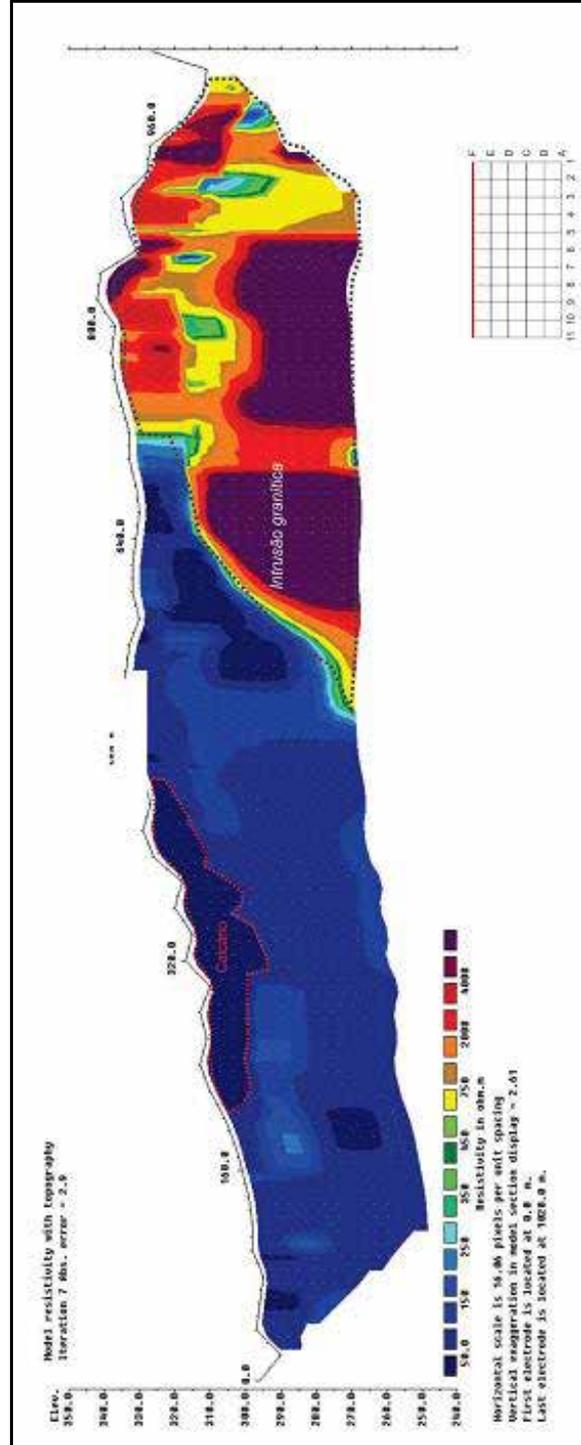


Figura 4.22 – Linha F com as indicações do granitos em subsuperfície e os carbonatos sub aflorantes.

Com o resultado das resistividades obtidas em laboratório e com os três perfis dos furos de sondagem é possível fazer uma interpretação dos resultados apresentados pelos perfis geoeletricos.

Fica bem marcada a região onde existe um corpo de natureza granítica. Este corpo é identificado pelas resistividades superiores a 1000 Ω .m, presentes no final das linhas 1 a 4 (norte da linha) e final das linhas D a F (leste das linhas). Na Figura 4.22 é mostrado um exemplo da feição relacionada ao corpo granítico na linha F.

Em análise qualitativa dos dados, é realizada uma correlação entre os perfis geoeletricos com os furos de sonda e os dados de laboratório. Foi estipulado para a camada de calcário, uma resistividade variando de 40 a 150 Ω .m, dependendo do nível de saturação de água que a camada possui.

Em perfil, a camada geoeletrica referente ao calcário está representada pelos tons de azul escuro mais superficial em toda parte dos perfis. Este fato sugere que no início da linha-11 é possível identificar uma anomalia relacionável a uma caverna em sub-superfície.

É possível observar em outras zonas ao longo dos perfis (por exemplo, entre 80 e 90 m no perfil-11) que possuem resistividades maiores, aproximadamente 250 Ω .m, relacionadas a descontinuidades ou espaços vazios nas camadas de calcário.

Entretanto, isto não elimina a possibilidade de existência de cavernas com diâmetros menores que 5 m na camada de calcário. Na Figura 4.23 é observada as áreas de ocorrência de calcário e das possíveis cavidades.

Sobreposta a camada carbonática, existe uma camada basal de conglomerado, onde a resistividade média varia entre 200 a 450 Ω .m. Esta camada se apresenta de forma heterogênea, possuindo em algumas regiões, valores de resistividade que chegam até 900 Ω .m. Nestes locais, por exemplo, entre 640 a 800 m, na linha A, se estendendo para a linha B, a característica geométrica da anomalia (forma aproximadamente circular) leva a se considerar a possibilidade da existência de descontinuidades no conglomerado. Na Figura 4.24 é observada uma zona de calcário existente na linha e as possíveis cavidades existentes.

Na linha-1 foi possível identificar o topo do embasamento da região, representado pela camada horizontal de resistividade acima de 2000 Ω .m. A região do embasamento pode ser visualizado na Figura 4.25.

Devido aos valores próximos de resistividade do siltito e dos calcários não é possível distingui-los nos perfis geoeletricos

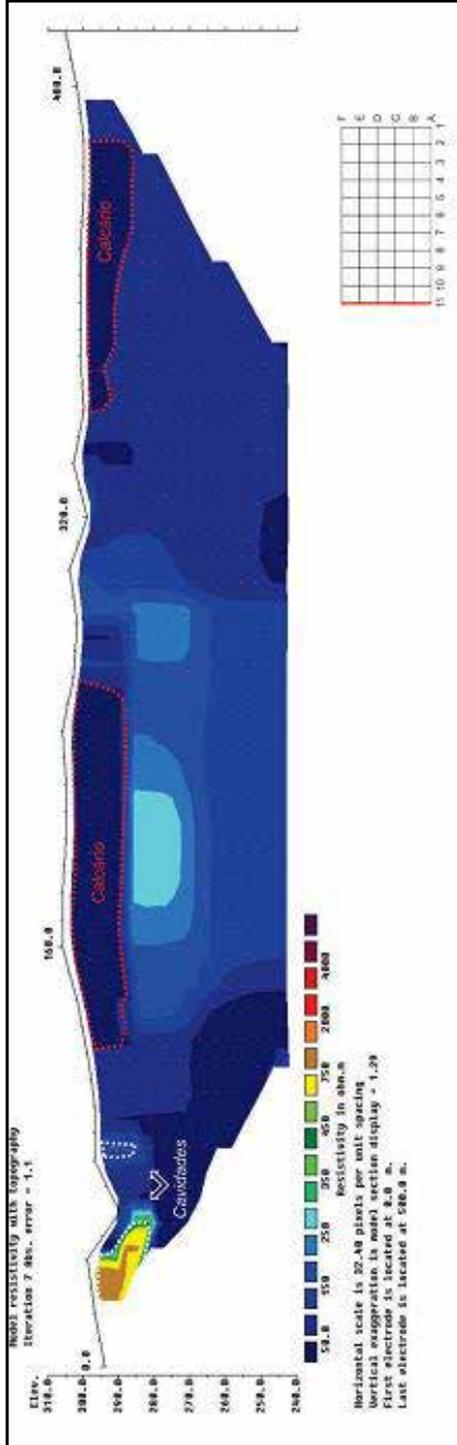


Figura 4.23 – Linha 11, exibindo as zonas relacionadas a carbonatos e possíveis cavidades.

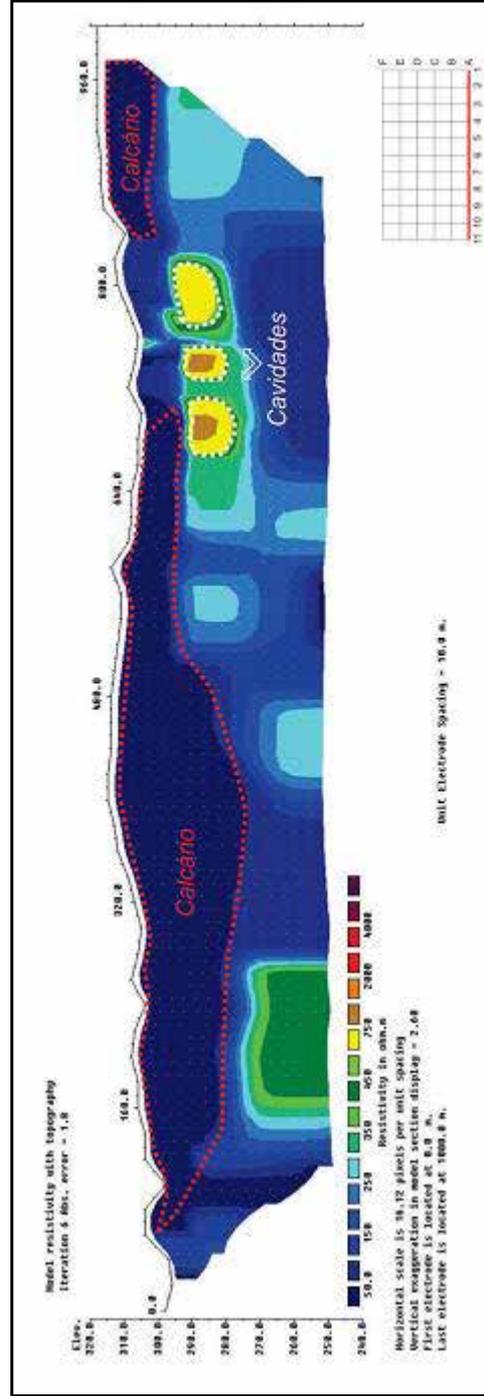


Figura 4.24 – Ilustração das zonas de carbonato e das possíveis cavidades existentes na linha A.

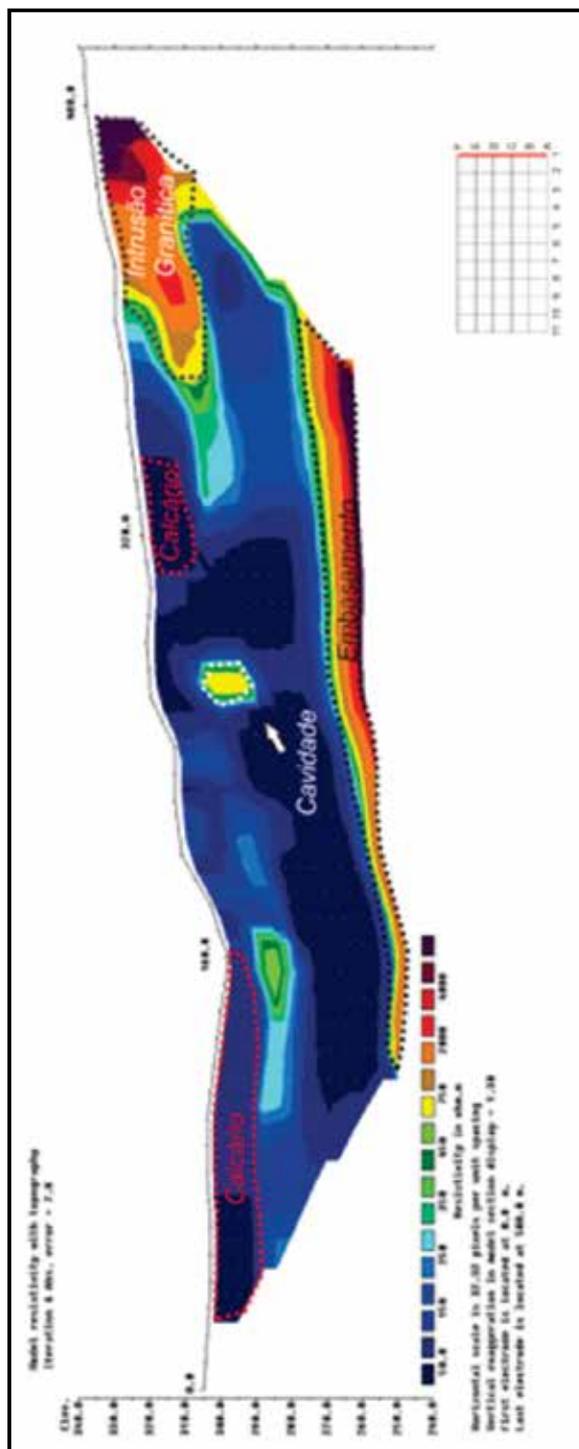


Figura 4.25 – Ilustração da linha 01 identificando as áreas de calcario, e o embasamento cristalino encoberto e uma possível cavidade.

5 – POTENCIAL MINERAL DOS ALVOS

O presente capítulo aborda a caracterização geológica, qualitativa e uma aproximação de viabilidade para as áreas dos alvos de rochas carbonáticas no Estado de Rondônia. Foram realizadas amostragem de rocha na mina de calcário Félix Fleury (Alvo Pimenta Bueno) e em quatro outros alvos potenciais para produção de calcário agrícola.

O nome dos alvos segue a designação de sua localidade geográfica mais próxima: Alvo Pimenta Bueno, Chupinguaia, Nova Brasilândia, Parecis, Alto Alegre dos Parecis e Abunã (Figura 5.1). São apresentados aspectos da geologia local de cada alvo, por meio da caracterização descritiva de afloramentos, furos de sonda e amostras coletadas.

5.1 - ALVO PIMENTA BUENO

Os primeiros trabalhos na região foram conduzidos a partir do Projeto Sudoeste de Rondônia: Mapeamento Geológico Básico (1975), executado pela CPRM, onde foi constatada a ocorrência de calcário dolomítico. Posteriormente, pela CPRM, foi executado o Projeto Presidente Hermes (1978), visando determinar a potencialidade de produção de calcário dolomítico. Durante a execução deste projeto foi realizado mapeamento geológico na escala 1:25.000 e a execução de furos de sonda (35 furos / *offset* 500m / 1000 hectares), que caracterizou a existência de uma jazida economicamente viável.

O Projeto Usina de Beneficiamento (1981) realizou o levantamento planialtimétrico e sondagens

complementares (11 furos / *offset* 100 m / 4 hectares), tornando possível determinar as espessuras das ocorrências de calcário entre 7,8m – 22,6m, e osteoresmédios: CaCO₃-39,18% / MgCO₃-33,46% / SiO₂ - 20,98 % / Outros - 6,38 % (Na, K ,Al, Fe, P e OH₂).

No presente projeto foi realizado o resgate bibliográfico e a utilização dos dados de sondagem existentes. Estes dados foram utilizados para compor modelagens 3D, bem como para serem aplicados nos trabalhos de prospecção geofísica. Foi realizado também reconhecimento de campo, coleta e descrição de amostras das rochas carbonáticas deste alvo.

5.1.1 - Localização e Acessos

O alvo Pimenta Bueno está localizado no município homônimo, situado na região centro-leste do Estado de Rondônia. Entretanto, o principal acesso a este alvo é realizado pelo município de Espigão d'Oeste. Este município está a aproximadamente 539 km de Porto Velho, pela BR-364. A partir da cidade de Espigão d'Oeste segue-se na rodovia RO-133 por cerca de 19 km até a bifurcação com uma estrada vicinal conhecida como estrada do calcário. A partir desta bifurcação segue-se por mais 30 km até a entrada da Usina de Calcário Félix Fleury, somando cerca de 50 km em estrada não pavimentada (Figura 5.2).

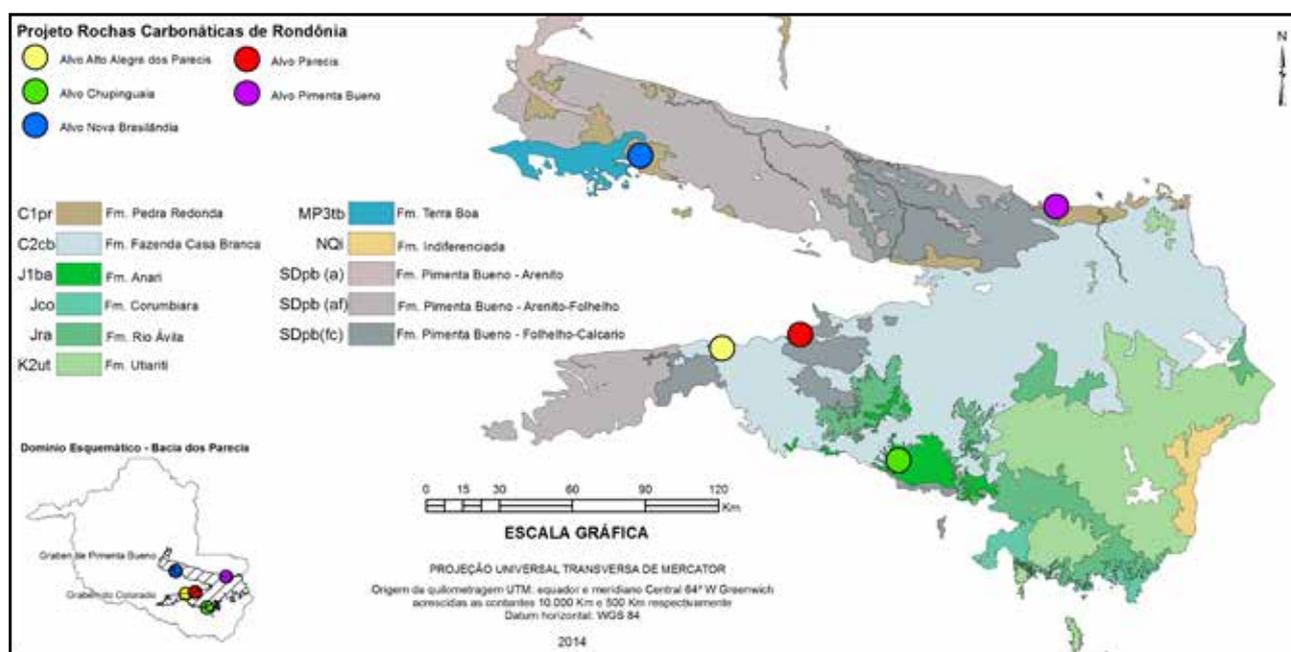


Figura 5.1 – Localização da mina Félix Fleury e das ocorrências de carbonatos em Rondônia.

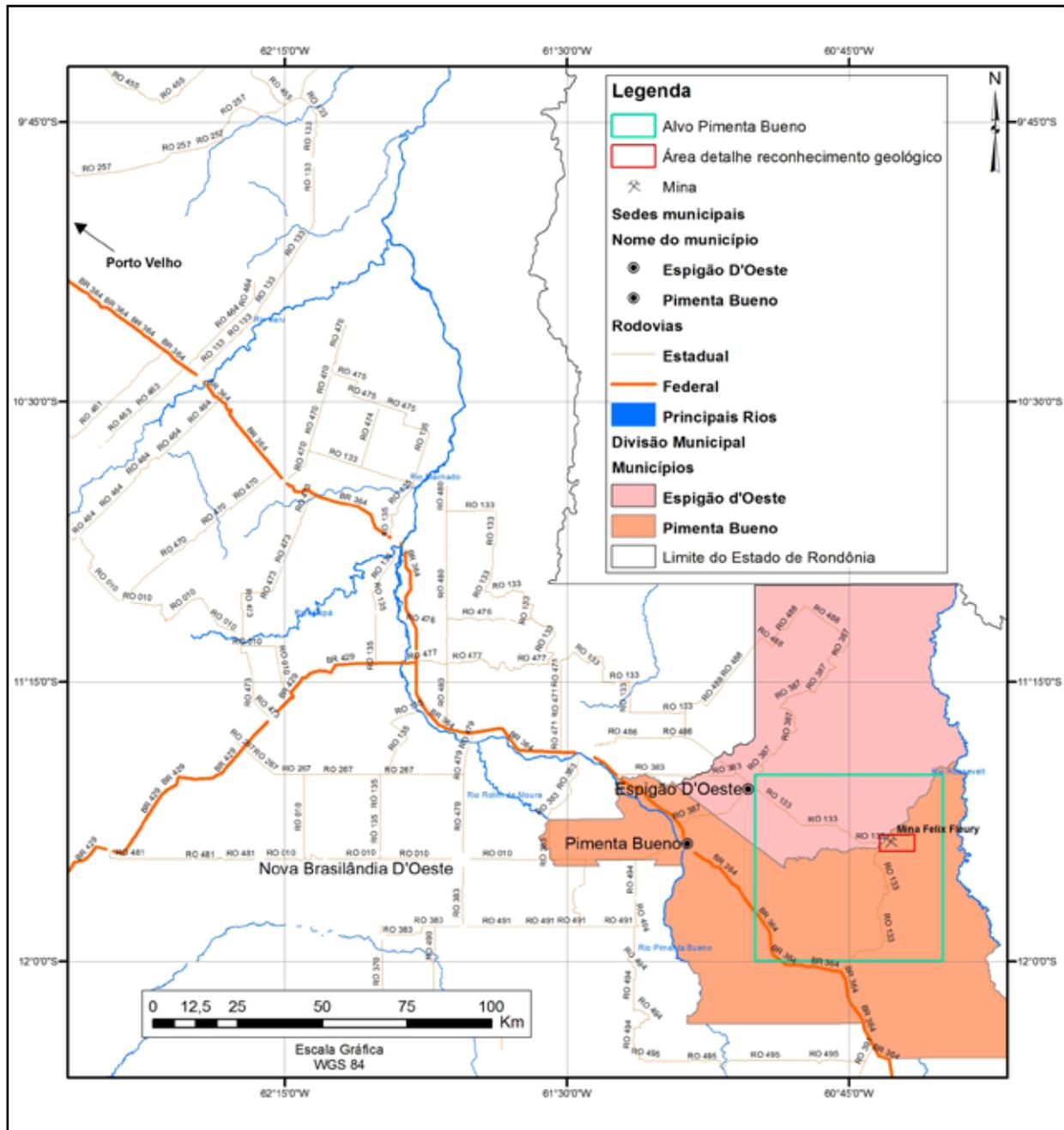


Figura 5.2 – Mapa de localização do Alvo Pimenta Bueno.

5.1.2 - Geologia Local

Neste tópico é apresentada a descrição da geologia do Alvo de Pimenta Bueno desde as rochas do embasamento até as sequências sedimentares associadas, bem como o mapa geológico de detalhe (Figura 5.3). É dada atenção especial às rochas carbonáticas, objeto principal de estudo deste projeto.

EMBASAMENTO CRISTALINO

O embasamento cristalino é constituído por rochas graníticas e gnáissicas do Grupo Beneficente e Complexo Jamari. A exposição destas rochas é condicionada a existência de janelas que expõem o embasamento próximo à borda do *graben* de Pimenta Bueno.

SEQUÊNCIA CONGLOMERÁTICA INFERIOR

A sequência conglomerática inferior é composta por diamictitos que estão presentes em quase toda a porção sul da área requerida pelo Projeto Presidente Hermes. Os diamictitos foram interceptados pela maioria dos furos de sonda realizados durante a execução do projeto supramencionado. Este diamictito ocorre sotoposto ao carbonato.

O diamictito é polimítico com clastos angulosos de diversos tamanhos, compostos por gnáisses, vulcânicas ácidas, arenitos, granitos e metassiltitos, dispersos numa matriz siltico-arenosa arcoseana de coloração marrom (Figura 5.4). Em alguns testemunhos de sondagem é possível observar o acamamento rítmico, indicando que este diamictito possui níveis estratificados.

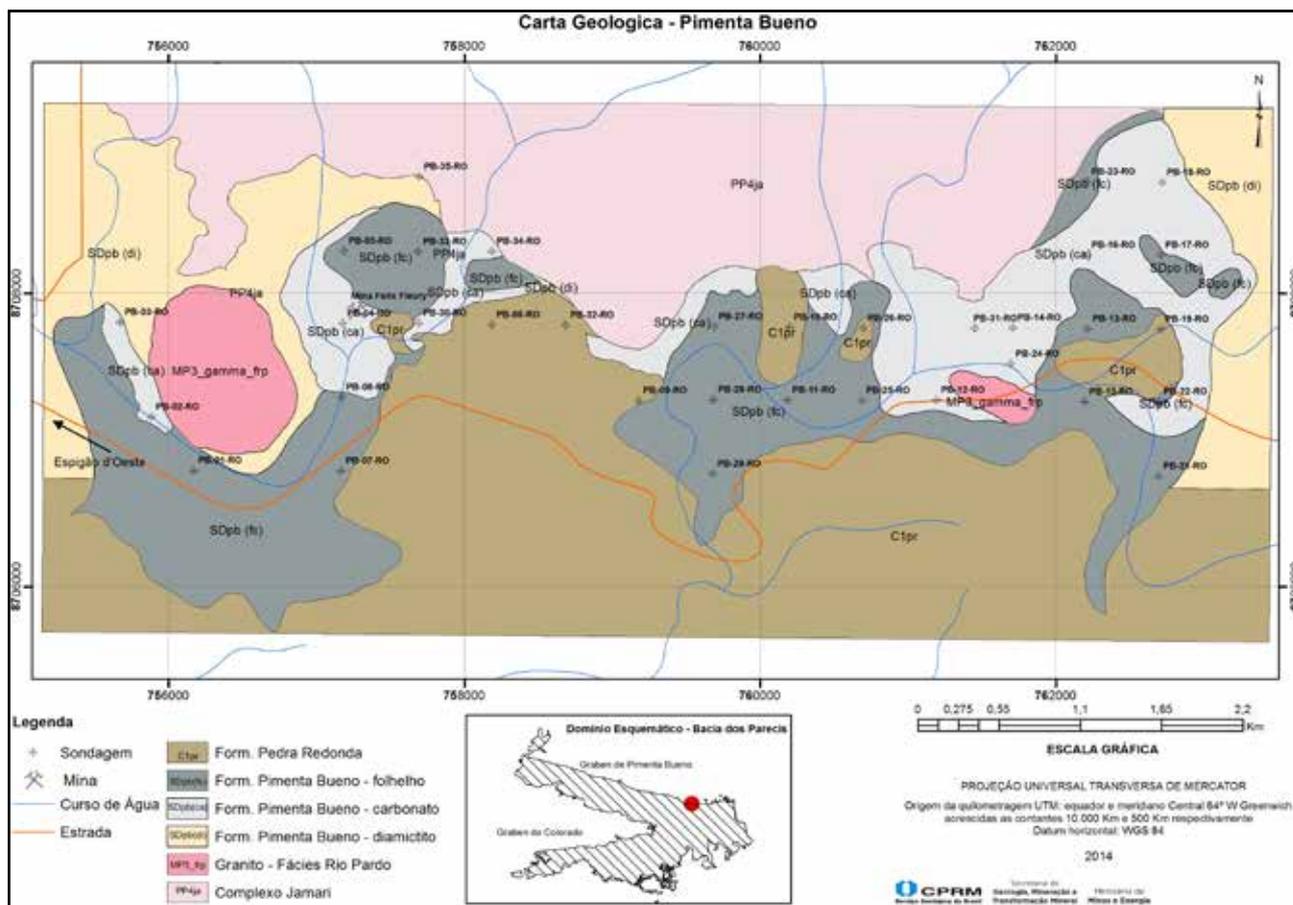


Figura 5.3 – Mapa Geológico do Alvo Pimenta Bueno.



Figura 5.4 – Conglomerado diamictito observado nos furos de sonda do Projeto Presidente Hermes.

SEQUÊNCIA CARBONÁTICA

A sequência carbonática é representada por calcário dolomítico (Figura 5.5-A), siltito carbonático, brechas intraformacionais e margas ferruginosas. Esta sequência está depositada sobre a unidade conglomerática inferior capeando os diamictitos, sendo caracterizada pela sucessão de dolomitos de coloração rosa, calcários e siltitos carbonáticos.

Esta sequência é lateralmente descontínua e se distribui por cerca de 8 km próximo a borda norte do *graben* de Pimenta Bueno. Na base desta sequência ocorre dolomito fino rosado. O contato do diamictito com o dolomito é brusco e lateralmente irregular. A irregularidade lateral foi apontada também nos modelos geofísicos interpretados, sugerindo uma possível geometria lenticular para este horizonte carbonático.

As espessuras dos carbonatos no Alvo de Pimenta Bueno variam de 5 a 24m, tendo uma espessura média da ordem de 13 m. Os dados de sondagem e medidas de estruturas realizadas em campo permitem observar um leve arqueamento das camadas de calcário formando dobramento suave (Figura 5.5-B). Os calcários e dolomitos finos possuem laminação plano-paralela e coloração branca com níveis rosados. Ocorre calcita secundária

nos planos gerados pela abertura de fraturas (Figura 5.5-C), ou como dissolução em formas circulares no dolomito rosa (Figura 5.5-D).

Manganês secundário ocorre associado a diversos litotipos da Formação Pimenta Bueno, na forma de impregnações de óxidos e hidróxidos, e ao longo de planos de descontinuidade das rochas (Figura 5.6-A). São observados estilólitos desenvolvidos junto aos planos da laminação dos dolomitos indicando dissolução por pressão e compactação química. Estes planos estilolíticos são paralelos ao acamamento, indicando que foram desenvolvidos por processos de sobrecarga de peso da pilha sedimentar durante a eomesodiagênese (Figura 5.6-B).

Outra feição marcante é a presença de estromatólitos observados em alguns afloramentos na região da usina de calcário (Figura 5.6-C e D). A ocorrência de estromatólito sugere que estes calcários tenham sido depositados em ambiente marinho de águas rasas e relativamente calmas.

Acima do dolomito ocorrem siltitos carbonáticos, representando o topo da sequência carbonática. As melhores exposições destes siltitos estão na área de lavra da mina de calcário (Figura 5.7-A) e em cortes da estrada vicinal que dá acesso a reserva indígena Roosevelt (Figura 5.7-B).



Figura 5.5 – (A) Afloramento de calcário laminado fora da área de mina; (B) Camadas de carbonato levemente arqueadas dando indicação dobramento da estrutura; (C) Estromatólito com calcita secundária em um plano de fratura; (D) Dolomito rosa com calcita circular secundária.

O contato deste siltito com a sequência carbonática é gradacional. O topo da sequência é formado pela intercalação de siltito e folhelho, onde ocorrem laminações plano-paralelas e marcas onduladas assimétricas de crista sinuosa (Figura 5.7-C e D), indicativas de fluxo unidirecional em lâmina d'água rasa.

SEQUÊNCIA SILICICLÁSTICA INTERMEDIÁRIA

Esta sequência tem sua principal exposição na frente de lavra da usina de calcário, e repousa diretamente sobre o siltito carbonático (Figura 5.8-A). O contato do topo da sequência carbonática com a base da sequência siliciclástica intermediária é gradacional, representado por intercalações alternadas de folhelhos e siltitos carbonáticos.

O Folhelho da sequência siliciclástica intermediária possui em geral, coloração marrom chocolate característica, além de comportamento rítmico com intercalações de camadas centimétricas de cor diferente, geralmente verde clara, compostas por siltitos argilosos (Figura 5.8-A).

Comumente são encontrados folhelhos intercalados com pacotes de arenitos finos (Figura 5.8-B). Estes arenitos são ricos em muscovita, exibem estratificação plano-paralela, coloração avermelhada

e granocrescência ascendente e fraturas com direção azimuthal Az 080° (Figura 5.8-C).

Na porção norte do *graben* de Pimenta Bueno, as zonas mais proximais são caracterizadas pela alternância de pacotes mais espessos de arenito, intercalados por finas camadas de folhelho indicando ambiente com maior energia, capaz de transportar sedimentos mais grossos em maior quantidade (Figura 5.8-D).

SEQUÊNCIA SILICICLÁSTICA SUPERIOR

A Sequência Siliciclástica Superior é caracterizada por uma maior diversidade litológica. As exposições se encontram ao longo da estrada vicinal RO-482 e a partir de afloramentos. Nos testemunhos de sondagem do Projeto Presidente Hermes é descrita uma camada de conglomerado no topo da sequência sedimentar. Em perfis de campo, nas proximidades da mina, esta sequência aflora em poucos cortes de estrada, onde são observados conglomerados, arcóseos róseos com níveis de diamictito e arenito.

Na porção superior desta sequência, nas proximidades da usina de calcário, ocorrem conglomerados polimíticos com clastos angulosos de

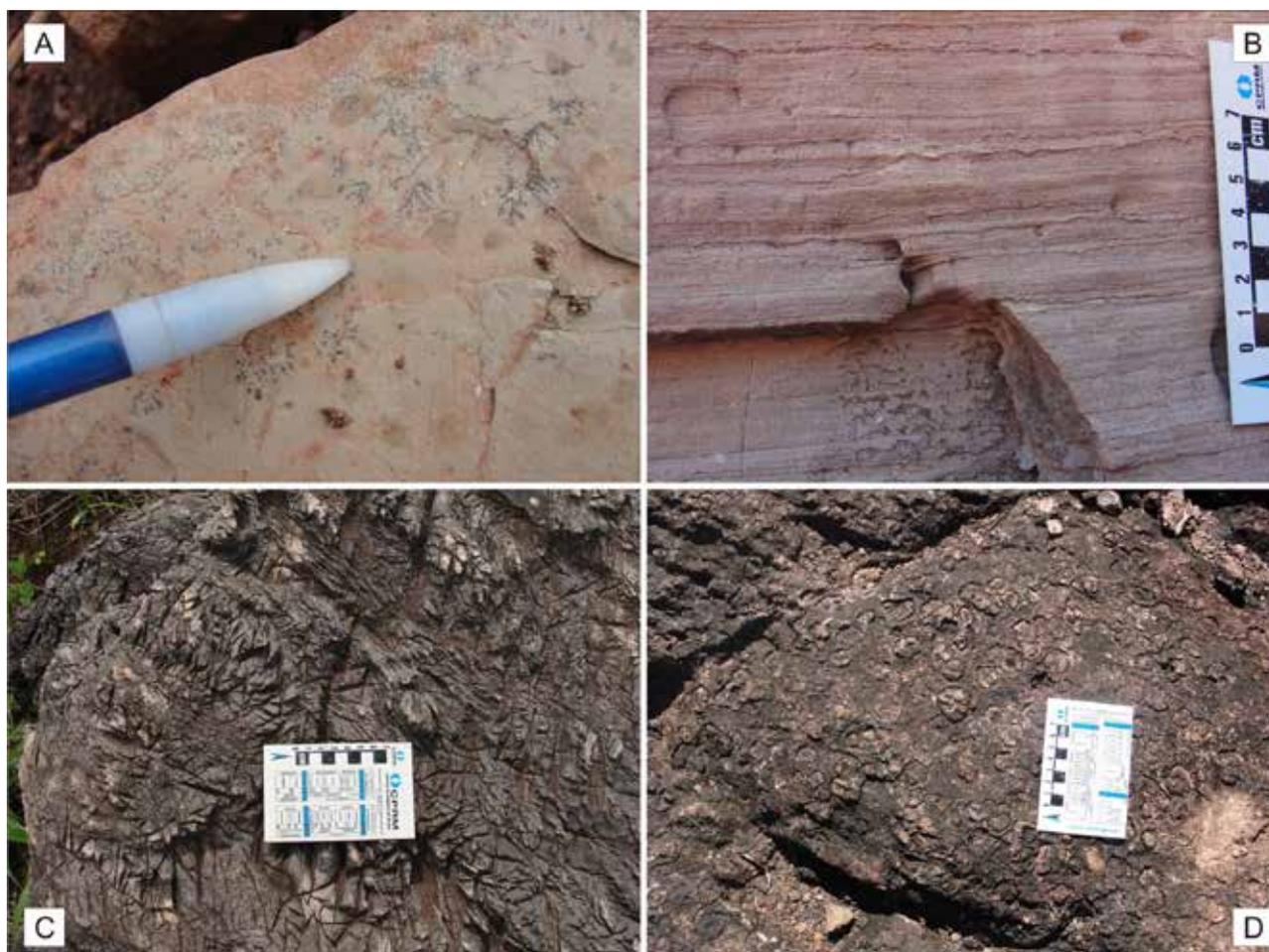


Figura 5.6 – (A) Dolomito com micro incrustações de manganês secundário; (B) Dolomito de coloração rosada com planos estilólíticos concordantes a laminação da rocha; (C) e (D) Tipos de estromatólitos observados nos afloramentos de carbonato.



Figura 5.7 – (A) Exposição de siltitos carbonáticos na área de lavra da mina de calcário; (B) Pequeno corte de estrada onde afloram os siltitos; (C) e (D) Ondulações ocasionados por onda na porção superior da seqüência carbonática, com intercalação do folhelho de cor chocolate da Formação Pimenta Bueno.

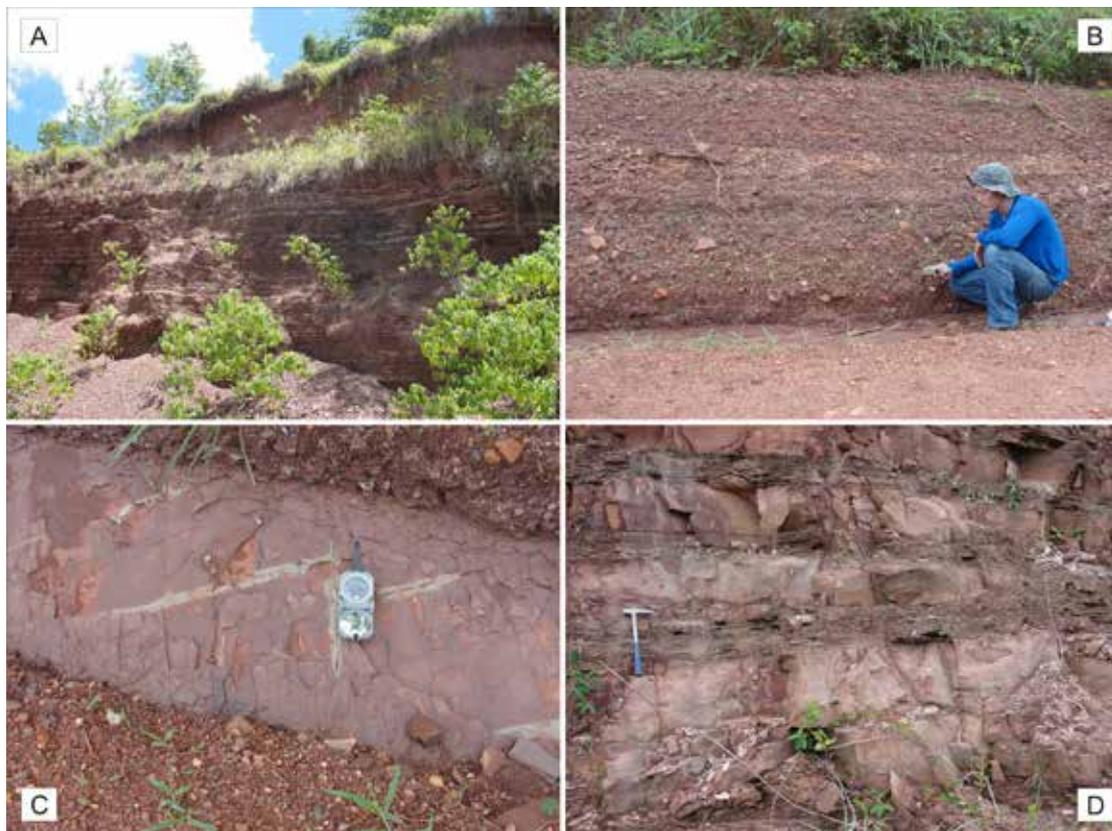


Figura 5.8 – (A) Visão geral do afloramento de folhelho na mina de calcário Félix Fleury, em Pimenta Bueno, exibindo alternância com siltitos de coloração esverdeada; (B) Pequeno corte de estrada exibindo camada de arenito fino; (C) Padrão de fraturamento no pacote sedimentar, fratura evidenciada no arenito devido a competência do material do folhelho; (D) Pacotes espesso de arenitos intercalados por folhelho.

tamanhos variados, imersos numa matriz de arenosa a areno-argilosa (Figura 5.9-A). Em cortes ao longo da RO-482 são registrados conglomerados polimiticos, arenitos finos de coloração marrom-chocolate, micáceos e com estratificação plano-paralela. É observado intercalação de material pelítico entre os sets das estratificações destes arenitos (Figura 5.9-B).

Nas porções mais baixas do relevo são observados arenitos finos e médios com estratificação cruzada de baixo ângulo (Figura 5.9-C) e arcóseos de coloração rosada intercalados com níveis de diamictito (Figura 5.9-D).

A Figura 5.10 ilustra um perfil interpretativo que mostra as principais feições de deposição dos sedimentos no entorno da mina Félix Fleury. Este perfil foi construído com base nos dados das sondagens realizadas pelos projetos Presidente Hermes e Usina de Beneficiamento. Onde são mostradas as espessuras das camadas das rochas sedimentares, bem como as suas relações com as rochas do embasamento. Nota-se, a partir das correlações das perfurações, levantamentos de campo e com os dados da modelagem geofísica, que existem arqueamentos regionais nas camadas de calcário, estes arqueamentos foram incorporados ao perfil interpretativo da Figura 5.10.

5.1.3 - Litogeoquímica

Foram feitas análises litogeoquímicas de dezesseis amostras de rochas carbonáticas da Formação Pimenta Bueno coletadas nas proximidades da mina (Tabela 5.1). As amostras foram preparadas no Laboratório da CPRM de Porto Velho e analisadas pela Geosol Ltda. A maior parte destas amostras são dolomitos calcíticos, com exceção da amostra CE-R-50D que foi classificada como dolomito.

Na Tabela 5.1 estão relacionados os resultados das análises dos elementos maiores para as 16 amostras da área da mina de calcário e afloramentos do entorno. Nesta tabela são apresentados os valores de CaO (óxido de cálcio) que variaram de 24,43 a 31,02%; MgO (óxido de magnésio) que variaram entre 16,96 e 20,18%; P₂O₅ (pentóxido de fósforo) variou de <0,01 (abaixo do limite de detecção) a 0,03%. Para a classificação das rochas carbonáticas optou-se neste trabalho seguir a classificação de BIGADELLA & SALAMUNI (1956) constando no Quadro 5.1.

Os dados das análises geoquímicas permitiram agrupar as rochas do Alvo Pimenta Bueno em dois principais grupos de acordo com sua composição no diagrama binário CaO vs MgO (wt%) (Figura 5.11-B). As amostras do Grupo A correspondem aos dolomitos



Figura 5.9 – (A) – Conglomerado polimítico com diversos tipos de seixos; (B) Arenito fino e micáceo com material intercalado; (C) Arenito médio com estratificação cruzada; (D) Diamictito relacionado a arenitos arcoseanos.

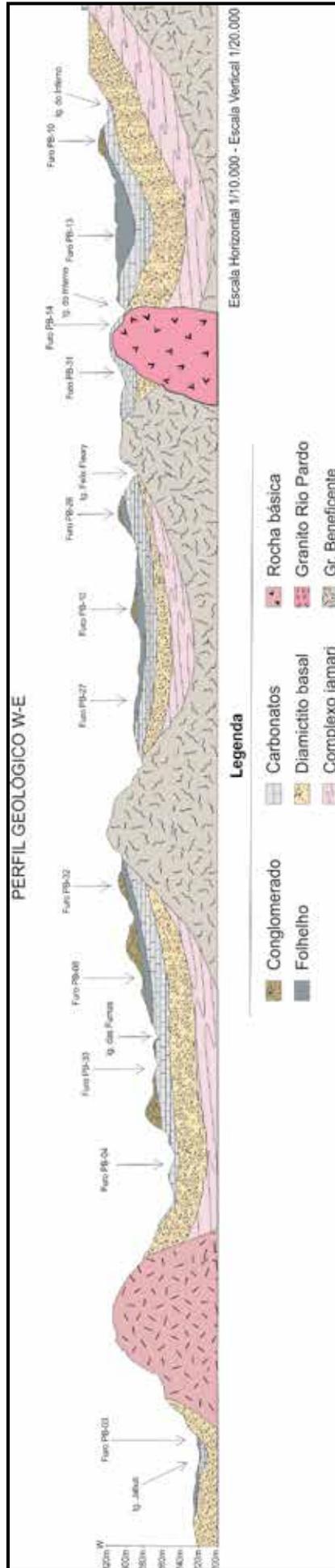


Figura 5.10 – Perfil geológico-estratigráfico.

calcíticos e as amostras do Grupo B são dolomitos (Figura 5.11). A análise do diagrama da Figura 5.11-A permite agrupar as amostras em carbonatos impuros Setor A da Figura 5.11-A, onde os teores de sílica são maiores indicando presença de terrígenos. O setor B da Figura 5.11-A é representado por carbonatos mais puros com baixos teores de sílica.

5.1.4 - Integração e Análise dos Dados do Projeto Presidente Hermes

Durante a execução do Projeto Presidente Hermes (1978), foi realizado pela CPRM o mapeamento geológico - escala 1:25.000 e executados 35 furos de sondagem com espaçamento irregular de aproximadamente 500m, totalizando uma área de investigação de cerca de 1000 hectares.

A sondagem foi executada pela CPRM com linhas planejadas para serem perpendiculares à faixa de carbonato aflorante (Figura 5.12). Os furos foram programados para atravessar todo o pacote carbonático. A profundidade máxima alcançada foi de 42 metros, utilizando hastes de diâmetro AW. Os 35 furos totalizaram 739,34 m, deste total, apenas seis não interceptaram as camadas de calcário.

ANÁLISE DOS DADOS DE SONDAAGEM E MODELAGEM 3D

Foram utilizados os dados dos furos de sonda do Projeto Presidente Hermes (Figura 5.13), os quais encontram-se armazenados na litoteca da CPRM em Porto Velho. Estes dados foram compilados e transformados em planilhas digitais, e posteriormente através do *software Geosoft Oasis Montaj*®, foram modelados com intuito de verificar o comportamento da camada de calcário em sub superfície e, conseqüentemente auxiliar na inversão de dados da geofísica de prospecção terrestre (Capítulo 4).

O objetivo principal da modelagem geológica é quantificar e qualificar a distribuição espacial das litologias da jazida de calcário de Pimenta Bueno.

Os testemunhos dos furos de sonda foram cerrados longitudinalmente ao meio e uma das metades foi enviada para laboratório de análises

químicas. Os testemunhos foram amostrados a cada manobra da sonda, visando diminuir a perda de material para amostragem. Os dados são apresentados na forma de *logs* de sondagem mostrando a espessura da camada e a variação da percentagem de carbonato para cada amostra analisada (Figura 5.14).

Quadro 5.1 – Classificação dos calcários (Bigarella & Salamuni, 1956).

DENOMINAÇÃO DOS CALCÁRIOS	BIGARELLA (% MgO)
Calcário Calcítico	0,0 a 1,1
Calcário Magnesiano	1,1 a 4,3
Calcário Dolomítico	4,3 a 10,5
Dolomito Calcítico	10,5 a 19,1
Dolomito	19,1 a 22,0

RESULTADOS

O intervalo da camada de carbonato da Formação Pimenta Bueno tem espessura que varia de 5,2 até 23,9 metros. No alvo Pimenta Bueno, esta camada isoladamente não é expressiva por possuir descontinuidade de espessura muito significativa, fator que reduz o potencial para aproveitamento econômico.

Do ponto de vista geológico e estrutural, as rochas sedimentares existentes na mina foram afetadas por dobramento regional suave. Este dobramento foi observado a partir dos dados de furos (Figura 5.15), constatado por meio das medidas dos planos de acamamentos tomadas durante as etapas de campo e também foi corroborado pelas modelagens geofísicas.

Os trabalhos de pesquisa executados, neste alvo, no Projeto Presidente Médici, revelaram a existência de uma jazida de calcário dolomítico cuja reserva total é da ordem de 266×10^6 toneladas, sendo distribuídos por $220,66 \times 10^6$ de reserva medida, $45,42 \times 10^6$ de reserva indicada e $0,54 \times 10^6$ de reserva inferida. Os boletins de sondagem indicaram teor médio de 21,56% de CaO, 16% de MgO e PRNT médio de 83,2%.

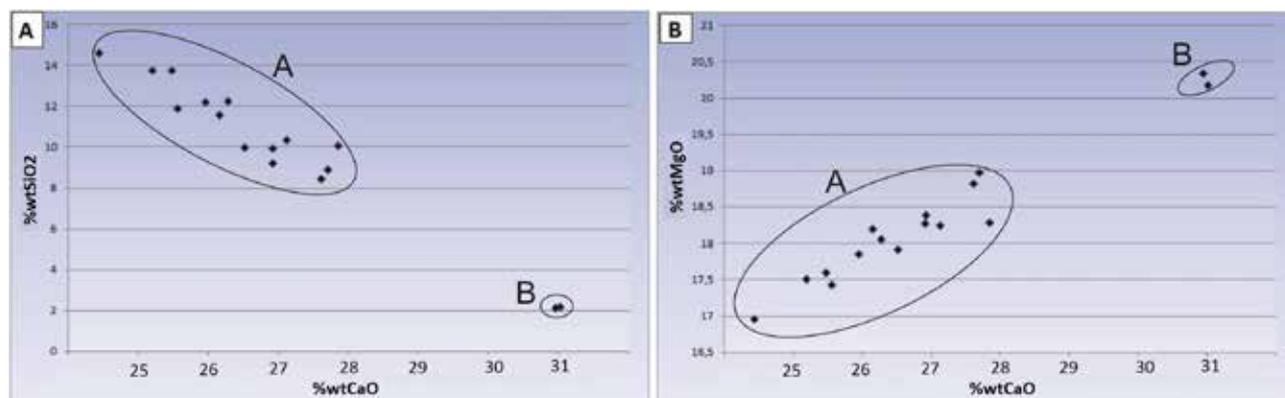


Figura 5.11. Diagramas composicionais binários para os carbonatos do Alvo Pimenta Bueno: A) SiO₂ vs CaO; B) MgO vs CaO.

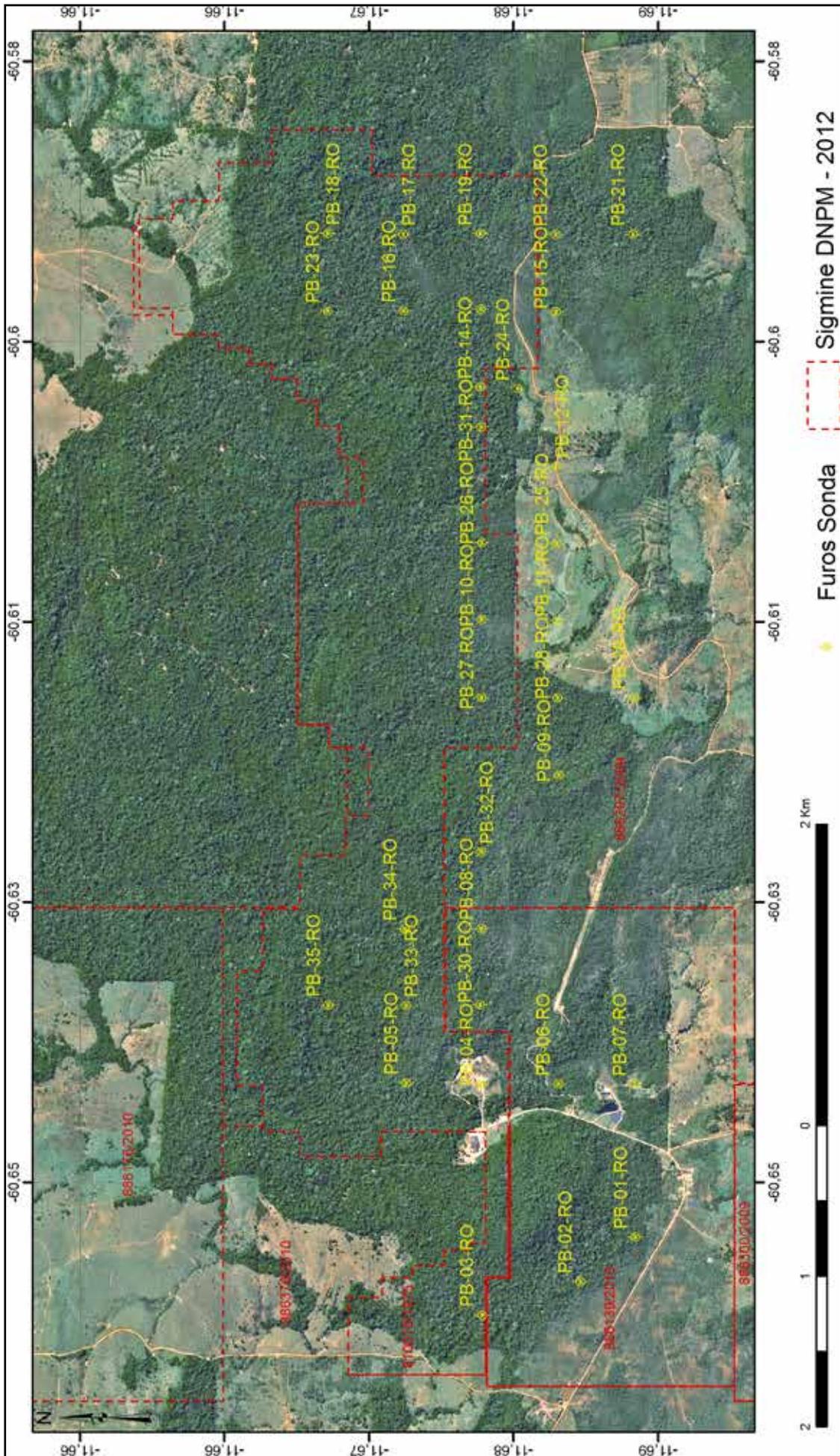


Figura 5.12 – Localização dos furos de sonda do Projeto Presidente Hermes.



Figura 5.13 – (A) Furo PB-011, localizado durante a etapa de campo; (B) – Testemunho do furo PB-01, em análise na litoteca regional CPRM/REPO.

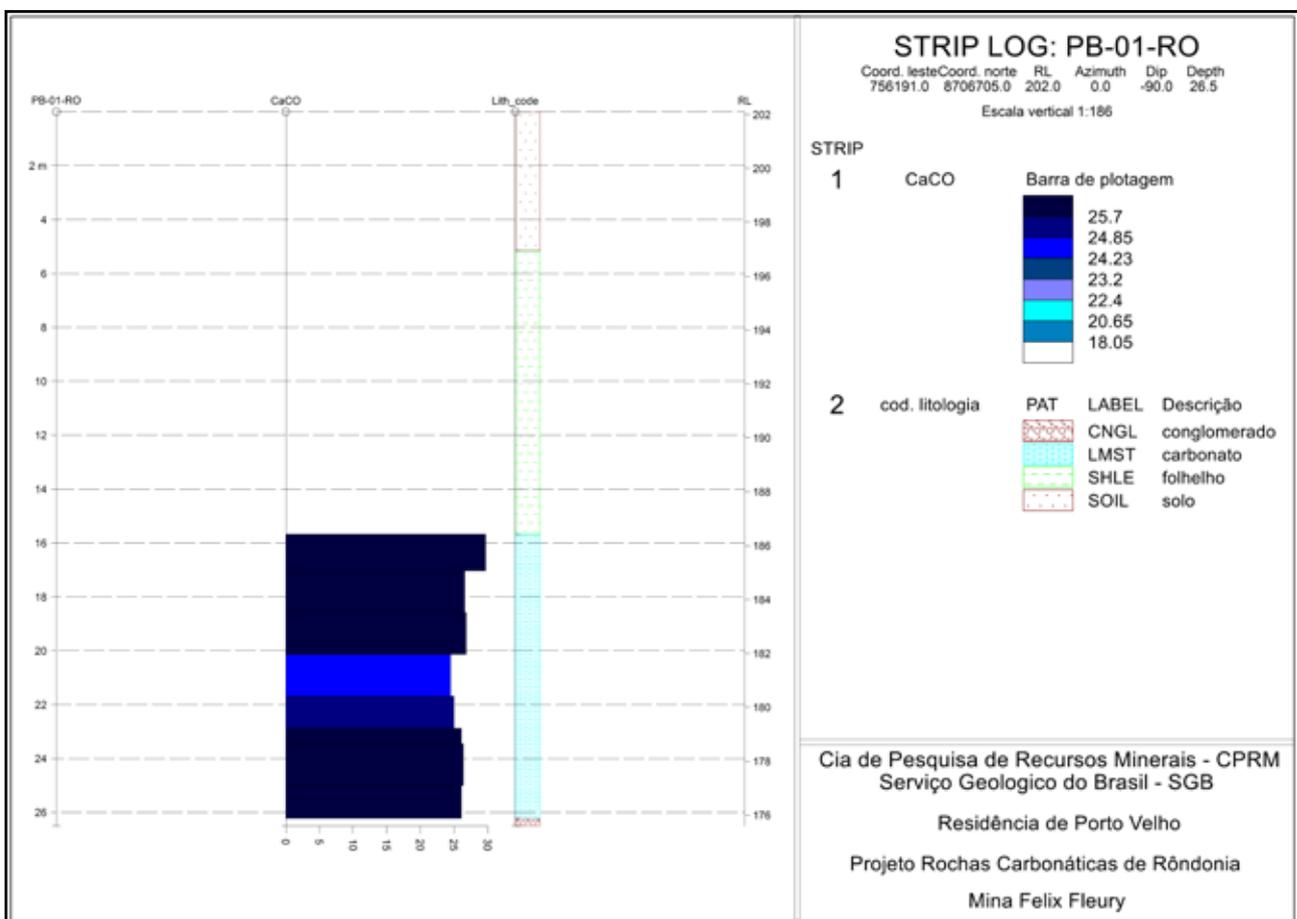


Figura 5.14 – Log de sondagem referente ao furo PB-01.

5.2 - ALVO CHUPINGUAIA

A presença de rochas sedimentares em contato com embasamento foi verificado durante a execução do Projeto Alto Guaporé (FIGUEIREDO *et al.*, 1974). A denominação Paleozóico Indiviso foi criada para reunir os níveis conglomeráticos interdigitados com arenitos próximos do rio Jauru no Estado de Mato Grosso. Mais tarde foi reconhecida uma sequência de rochas sedimentares recobrando o embasamento, estas rochas foram relacionadas à borda da bacia dos Parecis (Rizzotto, 2010).

A Formação Corumbiara Rizzotto, (2010) foi criada para agrupar o pacote sedimentar composto por conglomerados e arenitos imaturos interdigitados que ocorrem geralmente em uma faixa estreita que bordeja a porção meridional da Bacia dos Parecis, em Rondônia.

A Formação Corumbiara ocorre de forma restrita nas porções central e oeste da Folha Rio Tanaru (1:100.000). Os depósitos conglomeráticos são observados entre anfibolitos Mesoproterozóicos do Complexo Trincheira e os basaltos Mesozóicos da Formação Anari em um pequeno *graben* que

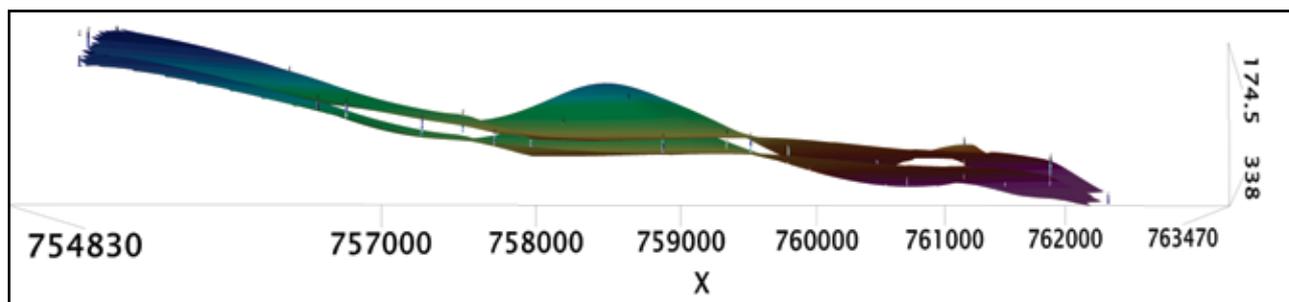


Figura 5.15 – Superfícies geradas a partir da modelagem 3D, no eixo X, da camada de carbonato juntamente com furos de sonda plotados.

abrange parte das fazendas Mequéns e Marília. As cotas topográficas dos afloramentos são distribuídas entre 280 a 340 m de altitude, que de modo geral, acompanham o paleorelevo do embasamento.

5.2.1 - Localização e Acessos

A cidade de Chupinguaia está localizada na região sudeste do Estado de Rondônia, a aproximadamente 651 km de distância de Porto Velho (Figura 5.16). O acesso é realizado através da BR-364 e a rodovia estadual RO-391 até a cidade de Chupinguaia. A partir deste ponto o acesso é realizado por via não-pavimentada até as proximidades da Fazenda Marília.

5.2.2 - Geologia Local

Neste tópico serão abordados aspectos descritivos da geologia do Alvo Chupinguaia desde as rochas do embasamento até as sequências sedimentares associadas (Figura 5.17). Será dada atenção especial às rochas carbonáticas, objeto principal de estudo deste projeto. Um mapa geológico deste alvo será apresentado com as unidades reconhecidas (Figura 5.17).

SEQUÊNCIA CONGLOMERÁTICA INFERIOR

As rochas da sequência conglomerática inferior que afloram no Alvo Chupinguaia foram correlacionadas à Formação Corumbiara, esta formação ocorre principalmente nas bordas da bacia dos Parecis. A base desta formação é constituída essencialmente por pacotes pouco espessos de paraconglomerados polimíticos compostos por clastos, seixos e calhaus de granitos, gnaisses, xistos e quartzitos. Estes diamictitos são interdigitados e/ou sobrepostos por pacotes de arenito feldspático (Figura 5.18-A e B). A matriz destes diamictitos é composta por material areno-argiloso, com processo de caulinição.

Os diamictitos basais da Formação Corumbiara gradam para arenitos feldspáticos de granulometria média a grossa, com níveis conglomeráticos subordinados. Estes arenitos apresentam estratificação plano-paralela, cruzada tabular e acanalada (Figura 5.18-C). A espessura dos sets das estratificações dos arenitos variam de 5 a 20 cm (Figura 5.18-D). Estes arenitos são sucedidos no topo por níveis pelíticos micáceos.

SEQUÊNCIA CARBONÁTICA

Imediatamente acima do pacote de diamictito e arenito, ocorre uma camada de calcário laminado, cuja espessura varia entre 4 a 7 metros. Este calcário possui laminação plano-paralela e granulometria fina (Figura 5.19-A).

A laminação presente neste calcário é evidenciada pela alternância de lâminas milimétricas claras e escuras (Figura 5.19-B). São observadas lentes milimétricas a centimétricas de argilito avermelhado (Figura 5.19-C). As camadas de calcário são descontínuas e a ocorrência de falhas normais causa deslocamento de blocos (Figura 5.19-D). A sua distribuição, condicionada a paleorelevos, dificulta sua cartografia em escalas de maior detalhe. Este pacote carbonático foi correlacionado à Formação Corumbiara (RIZZOTTO, 2012).

Outra sequência de carbonatos é descrita na região que compreende o domínio oeste da Folha rio Tanaru. Nesta localidade é descrita uma camada de quartzo arenitos com cimentação carbonática, de coloração avermelhada (Figura 5.20). Este arenito tem granulometria fina com sets de laminações milimétricas, constituídos por grãos subangulosos e com baixa esfericidade. Em algumas porções é observada estratificação plano-paralela, ou cruzada de baixo ângulo. Esta camada de arenito atinge aproximadamente 2m de espessura.

SEQUÊNCIA SILICICLÁSTICA SUPERIOR

A sequência siliciclástica superior, no Alvo Chupinguaia é constituída essencialmente por pacotes espessos e rítmicos de arenitos, siltito, folhelhos marrom chocolate e conglomerados na porção superior do perfil. Os arenitos são arcoseanos e finos, de coloração avermelhada, com estratificação plano-paralela. A laminação possui sets da ordem de 1 mm de espessura (Figura 5.21-A).

São observados grãos de quartzo e feldspato potássico de granulometria areia fina e micas detríticas, em geral menores que 1 mm. Na matriz laminada são observados grãos maiores de quartzo e feldspato de granulometria areia grossa dispersos na matriz acima descrita (Figura 5.21-B). Estão presentes minerais secundários de óxidos e hidróxidos de manganês nos planos de estratificação e ao longo de planos de fraturas. Estes arenitos apresentam

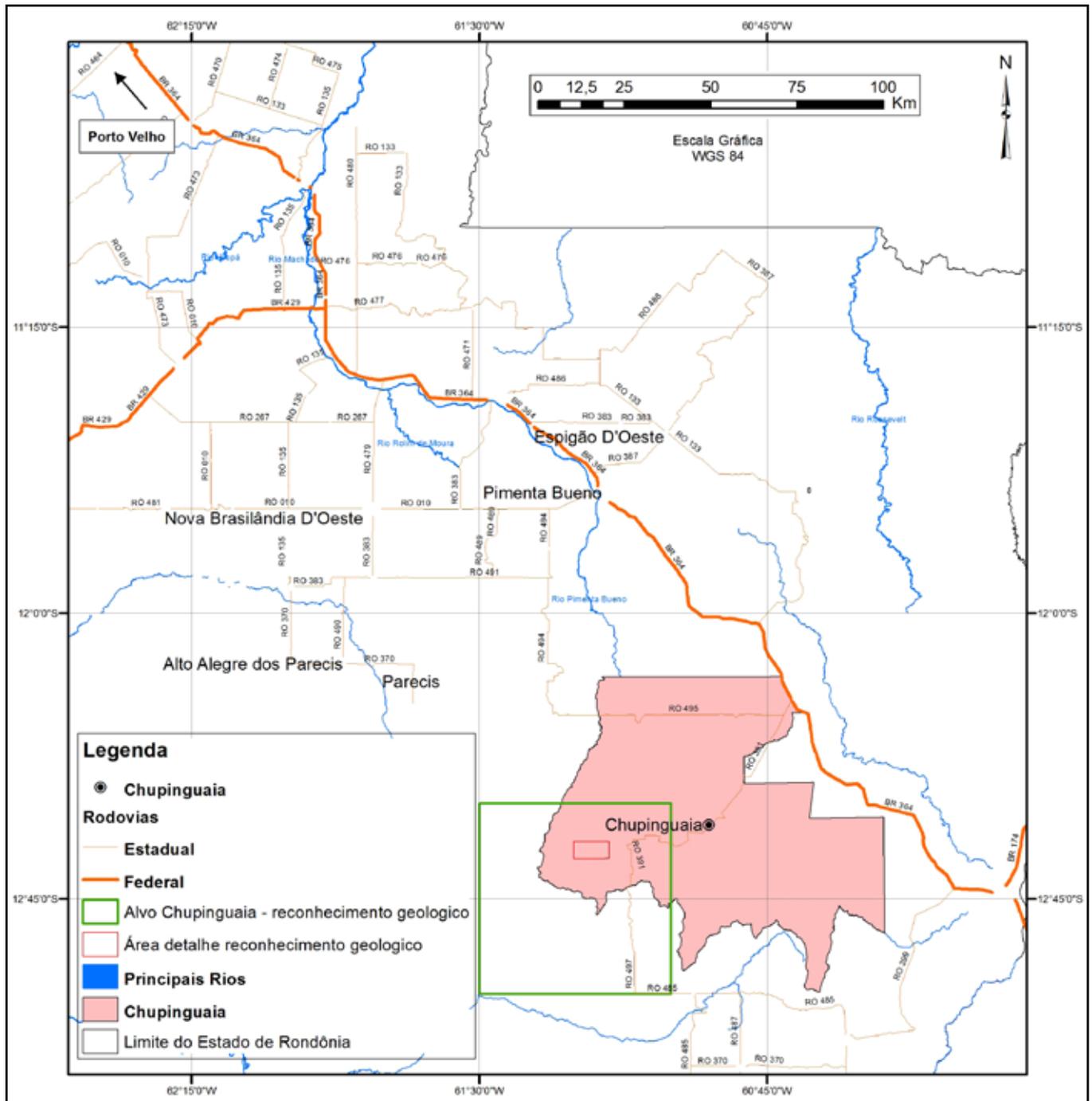


Figura 5.16 – Mapa de localização do alvo Chupinguaia.

granodecrescência ascendente. Os arenitos são capeados por uma fina camada de folhelho marrom avermelhado (Figura 5.21–C e D).

DERRAME BASÁLTICO -FORMAÇÃO ANARI

A Formação Anari é constituída por basaltos, diabásios e microgabros que mostram variações faciológicas laterais e verticais expressas por mudanças texturais destas rochas. Na hidrelétrica conhecida como Salto do Anari, no município de Chupinguaia, a porção basal e intermediária do derrame apresenta textura granular média a porfirítica, enquanto que no topo a textura é microfanerítica (Figura 5.22-A).

Os basaltos que ocorrem nas porções mais superficiais do derrame são finos, e apresentam cor cinza-chumbo a castanho-claro com frequentes disjunções colunares (Figura 5.22-B). Em alguns afloramentos, as rochas exibem feições de alteração do tipo esfoliação esferoidal e, por vezes, possuem porções vitrificadas. Esses derrames basálticos recobriram as rochas carbonáticas e siliciclásticas presentes na região (Figura 5.22-C).

Os microgabros e diabásios ocorrem nas porções centrais da soleira contendo fraturas preenchidas por sílica microcristalina e carbonatos. Os afloramentos dessas fácies são geralmente em forma de blocos e matações subarredondados

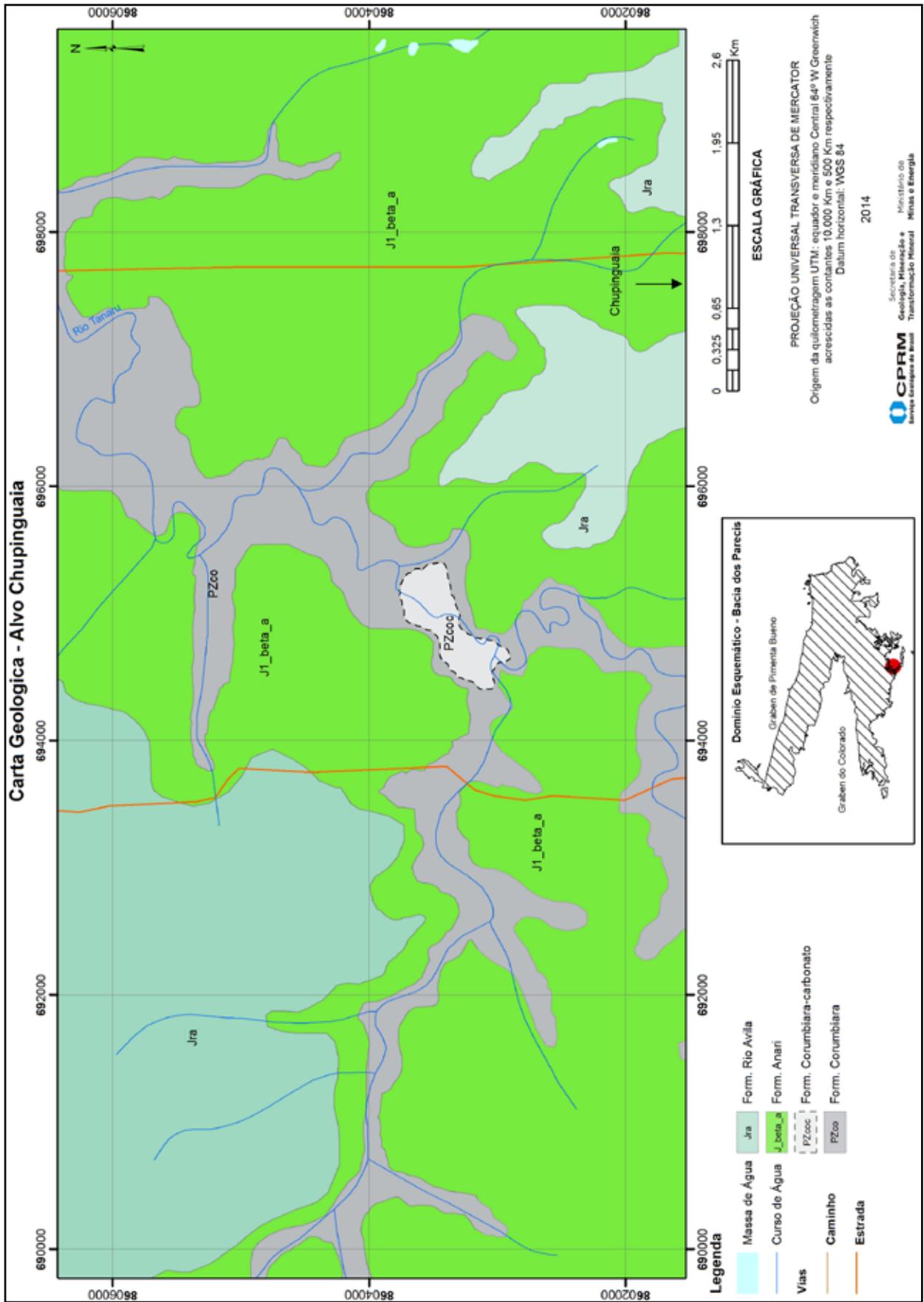


Figura 5.17 – Mapa geológico do alvo Chupinguaia.



Figura 5.18 – (A)-Afloramento em planta de paraconglomerado plolimitico; (B)-Corte em perfil em uma pequena drenagem mostrando seixos; (C) – Lentes de conglomerado em arenito fino; (D)-Arenito fino estratificado. (CE-R-027 – UTM 695.338E/8.605.335N)



Figura 5.19 – Camada de carbonato com laminação plano-paralela; (B)-Detalhe do carbonato exibindo alternância de níveis claros e escuros; (C)-Nível de argilito avermelhado intercalado ao carbonato; (D)-Afloramento na beira de drenagem exibindo carbonato com falhamento normal. (CE-R-025-UTM 694.941E/8.603.533N).



Figura 5.20 – (A)-Vista geral do afloramento; (B)-Detalhe do afloramento. (CE-R-031-UTM 666.348E/8.605.255N).



Figura 5.21 – (A)-Arenito arcosiano laminado; (B)-Detalhe do arenito fino; (C) – Argilito avermelhado; (D) – Folhelho marrom chocolate. (CE-R-034-UTM 666.228E/8.607.233N).

que exibem feições de alteração do tipo esfoliação esferoidal.

Em termos texturais, os microgabros exibem textura fanerítica fina, são maciços. Os fenocristais de olivina são arredondados imersos numa matriz subfanerítica de plagioclásio em ripas, opacos e amígdalas preenchidas por calcita (Figura 5.22-D).

Os perfis estratigráficos mostrados na Figura 5.23 exemplificam as relações de contato das unidades no Alvo Chupinguaia. No perfil A não foi observado a ocorrência de basalto; No perfil B o basalto capeia diretamente as rochas carbonáticas; No perfil C, o basalto recobre os níveis conglomeráticos.

5.2.3 - Litogeoquímica

Foram analisadas nove amostras de rochas carbonáticas da Formação Corumbiara (Tabela 5.2). Destas, três foram classificadas como dolomitos (CE-R-01A, CE-R-05B e CE-R-025C), três como arenitos com matriz calcítica (CE-R-021A, CE-R-031B e CE-R-021B) e três são dolomitos calcíticos (CE-R-01B, CE-R-01C e CE-R-01D).

Os resultados dos elementos maiores para calcário dolomítico e dolomitos calcíticos apresentam valores de CaO (óxido de cálcio) variando de 36,26 a 44,63%; MgO

(óxido de magnésio) variando de 3,66 a 13,71%; P_2O_5 (pentóxido de fósforo) variou de 0,01 a 0,14%.

Os resultados das amostras de arenito carbonático mostraram menor porcentagem de óxido de cálcio em relação aos calcários e dolomitos, variando de 9,67 a 17,9%; óxido de magnésio 0,58 a 1,21% e pentóxido de fósforo variando de 0,04 a 0,09%. Os valores elevados de sílica (54,45 a 65,84%) estão relacionados ao quartzo detrítico.

Os dados da composição de CaO vs MgO e SiO_2 vs CaO foram plotados em diagramas binários que tornaram possível a indicação de setores composicionais para grupos de rochas do Alvo Chupinguaia (Figura 5.24-A e B): O setor A da Figura 5.24-B corresponde a baixos teores de CaO e MgO que são amostras de arenitos com matriz calcítica.

Estes arenitos apresentam altos teores de SiO_2 e baixo CaO correspondendo ao setor A da Figura 5.24-A. O setor B da Figura 5.24-B corresponde a rochas com altos teores de CaO e baixo MgO sendo, portanto, calcários dolomíticos ou dolomitos calcíticos. O setor C da Figura 5.24-B corresponde aos dolomitos mais ricos em magnésio denominados dolomitos calcíticos.



Figura 5.22 – (A) – Basalto no Salto do Anari, com espessura de aproximadamente 25 metros, na hidrelétrica de Chupinguaia; (B) – Basaltos com esfoliação esferoidal; (C) – Basalto diretamente colocado acima do diamictito; (D) – Feição textural de diabásios exibindo matriz fanerítica fina.

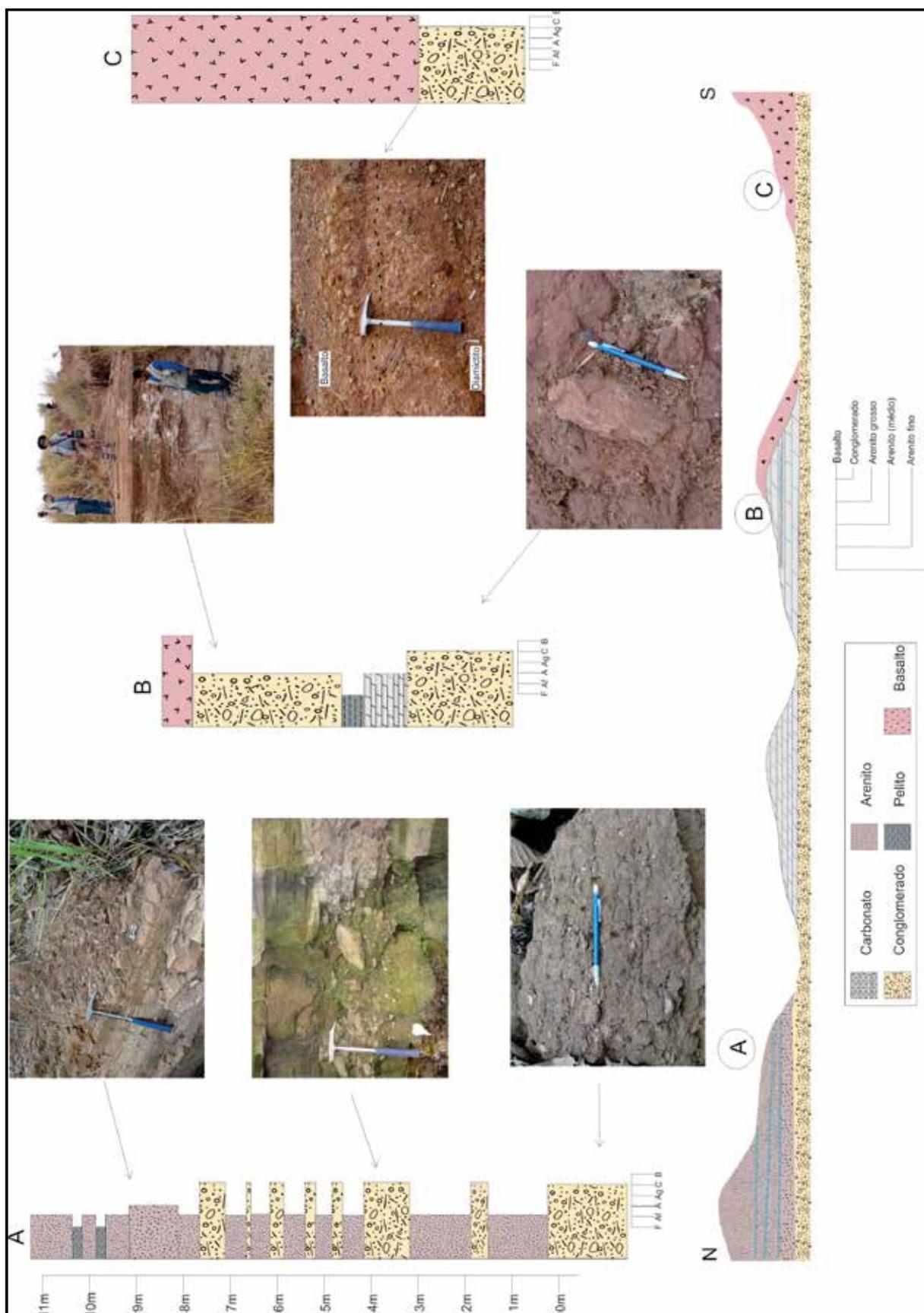


Figura 5.23 – Perfil litoestratigráfico esquemático, exemplificando parte da rochas do alvo Chupinguaia. – Litogeoquímica

5.3 - ALVO NOVA BRASILÂNDIA

O Alvo Nova Brasilândia está localizado na borda sul do Graben de Pimenta Bueno, próximo ao Município de Nova Brasilândia do Oeste, porção central do Estado de Rondônia.

Os trabalhos de Reconhecimento Geológico Regional do Sudeste de Rondônia (1977), posteriormente Santarém & Scandolaro (1992), Scandolaro & Rizzotto (1999), foram os primeiros trabalhos desenvolvidos na região de Nova Brasilândia. Estes trabalhos caracterizaram os domínios tectono-estruturais e o Cinturão de Cisalhamento Guaporé-Nova Brasilândia, bem como as estruturas pretéritas que deram origem à Bacia dos Parecis que recebeu aporte sedimentar durante o Paleozoico.

O “Projeto Primaz” (Programa de Integração Mineral em Municípios da Amazônia) teve início em 1996, estendendo-se até 1999, desenvolveu variados temas com enfoque nos recursos minerais dos municípios pesquisados. O projeto “Diagnóstico do Meio Físico” (1997) registrou as ocorrências de carbonatos no *Graben* de Pimenta Bueno.

5.3.1 - Localização e Acessos

As ocorrências de carbonatos estão localizadas a cerca de 36 km da Cidade de Nova Brasilândia d’Oeste, seguindo pela estrada de asfalto (RO-010) até a estrada vicinal conhecida como Capa Zero. Os afloramentos estudados estão situados nas proximidades do sítio Garapa (Figura 5.25).

5.3.2 - Geologia Local

Neste tópico serão abordados aspectos descritivos da geologia do Alvo Nova Brasilândia e do mapa geológico de detalhe apresentado (Figura 5.26). Será dada atenção especial às ocorrências de rochas carbonáticas, objeto principal de estudo deste projeto.

SEQUÊNCIA CONGLOMERÁTICA INFERIOR

A sequência conglomerática inferior é composta por paraconglomerado polimíticos com clastos angulosos, de tamanho seixo a matacão,

compostos por rochas ígneas, metamórficas e sedimentares, dispersos numa matriz arenosa isotrópica (Figura 5.27–A e B).

Estes conglomerados se encontram levemente basculados. Esta deformação é evidenciada por baixos ângulos de mergulho das camadas para norte (Figura 5.27-C). Além do mergulho das camadas, há um sistema de fraturas N-S, que afetou esta unidade (Figura 5.27-D).

SEQUÊNCIA CARBONÁTICA

A sequência carbonática repousa diretamente sobre os conglomerados glaciais da sequência conglomerática inferior. Os afloramentos desta sequência estão dispostos em um corte de aproximadamente 2,5 m. No de ano de 2010 foram realizadas sondagens, pela empresa Mineração Santa Elina S/A, nesta região que detectaram uma camada de carbonato com espessuras que variam de 9 a 11m. O carbonato apresenta coloração clara, sendo finamente laminado com sets de tamanho milimétrico, apresenta marcas onduladas e estilólitos (Figura 5.28–A, B e C).

Sobreposto estes carbonatos, geralmente são depositados folhelhos de coloração chocolate, exibindo laminação plano-paralela, intercalados com camadas de siltitos e arenitos micáceos. Próximo do sítio Garapa, é observado arenito fino e maciço depositado diretamente sobre o carbonato. Este arenito tem arcabouço composto por quartzo, feldspato e muscovita e uma cimentação calcítica secundária superimposta.

Neste contexto ocorre uma caverna com galerias retilíneas em rede ortogonal (Figura 5.28-D), com direções preferenciais em torno de N75W e N15E. Estas direções são compatíveis com as fraturas abertas que ocorrem nesta região, indicando um controle estrutural no desenvolvimento da mesma.

SEQUÊNCIA SILICICLÁSTICA INTERMEDIÁRIA

A litofacies da sequência siliciclástica intermediária é constituída por arenitos micáceos e folhelhos intercalados, que apresentam laminação plano-paralela característica, coloração marrom chocolate e variações em tons avermelhados (Figura

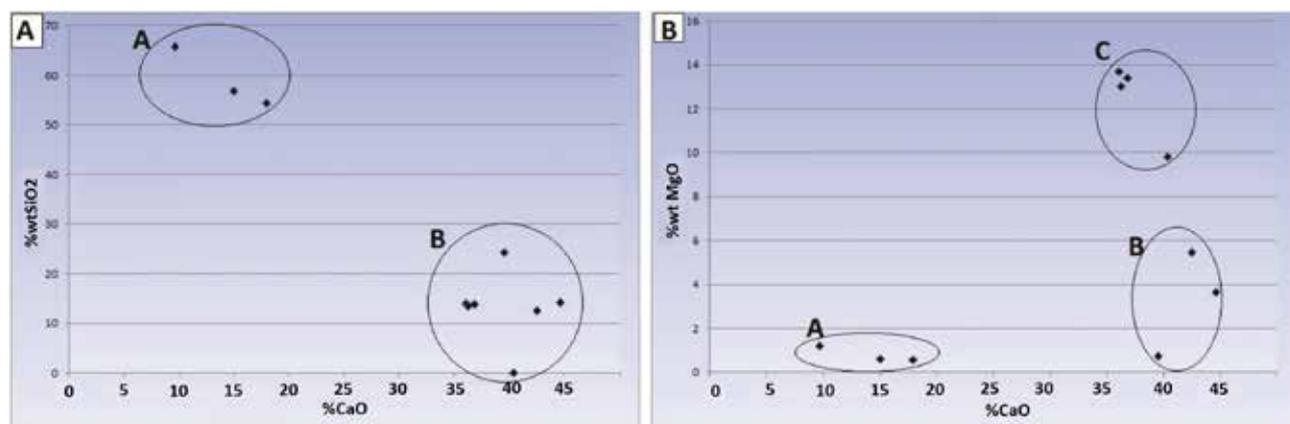


Figura 5.24 — Diagramas composicionais binários para as rochas do Alvo Chupinguaia: A) SiO₂ vs CaO; B) MgO vs CaO.

Tabela 5.2 – Resultados de análises químicas de óxidos de elementos maiores (em %) das rochas carbonáticas da Formação Corumbiara, alvo Chupinguaiá.

Amostra	Calcário dolomítico			Quartzo-arenito carbonático			Dolomito calcítico			Calcário dolomítico / magnésiano	
	CE-R-01A	CE-R-05B	CE-R-21A	CE-R-31B	CE-R-21B	CE-R-01B	CE-R-01D	CE-R-01C	CE-R-25C		
CaO	40,38	42,49	15	9,67	17,9	36,05	36,26	36,82	44,63		
MgO	9,83	5,48	0,62	1,21	0,58	13,71	13,03	13,41	3,66		
SiO ₂	10,19	12,46	56,74	65,84	54,45	13,96	13,39	13,9	14,24		
P ₂ O ₅	0,06	0,05	0,09	0,09	0,04	0,05	0,06	0,05	0,01		
Al ₂ O ₃	1,12	2,02	6,55	8,45	6,4	1,75	2,04	1,66	3,14		
Cr ₂ O ₃	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01		
Fe ₂ O ₃	1,25	0,84	3,08	2,34	2,23	1,3	1,16	1,27	1,79		
K ₂ O	0,05	0,46	4,4	5,33	4,49	0,04	0,07	0,06	0,63		
MnO	0,27	0,32	0,21	0,23	0,27	0,34	0,3	0,38	0,28		
Na ₂ O	0,09	0,2	1,07	0,76	1,02	0,07	0,07	0,08	0,43		
TiO ₂	0,07	0,1	0,42	0,55	0,26	0,07	0,1	0,07	0,13		
LOI	35,51	35,05	12,34	8,53	13,92	33,09	33,22	33,17	34,17		
Soma	98,82	99,48	100,53	103,02	101,56	100,44	99,71	100,88	103,09		

5.29– A e B). Os arenitos finos possuem espessura reduzida, não alcançando mais que um metro, onde ocorrem marcas onduladas assimétricas indicando presença de fluxo unidirecional (Figura 5.29-D). Estes arenitos tem arcabouço constituído por quartzo, feldspato, muscovita e minerais opacos. O cimento presente é composto por carbonatos. A matriz presente tem sua composição de argilominerais do grupo da caulinita, montmorilonita (Figura 5.29-C).

SEQUÊNCIA SILICICLÁSTICA SUPERIOR

Essa sequência é constituída por quartzo-arenitos médios a grossos de coloração clara. São observadas estratificações cruzadas tabulares, acanaladas, cavalgantes e estratificação plano-paralela (Figura 5.30-A e B).

5.3.3 - Litogeoquímica

Foram analisadas seis amostras de rochas carbonáticas da Formação Pimenta Bueno (Tabela 5.3). Sendo que todas foram classificadas como dolomitos calcíticos. Os resultados das análises dos elementos maiores para as amostras do alvo Nova Brasilândia apresentam valores de CaO (óxido de cálcio) variando de 33,24 a 35,57%; MgO (óxido de magnésio) variando de 13,47 a 15,63%; P₂O₅ (pentóxido de fósforo) variou de 0,01 a 0,04%.

Os dados da composição de SiO₂ vs CaO plotados no diagrama binário mostraram teores de SiO₂ mais ou menos constantes, indicando que estas rochas são dolomitos calcíticos impuros (Figura 5.31-A). O diagrama da Figura 5.31-B mostra a relação

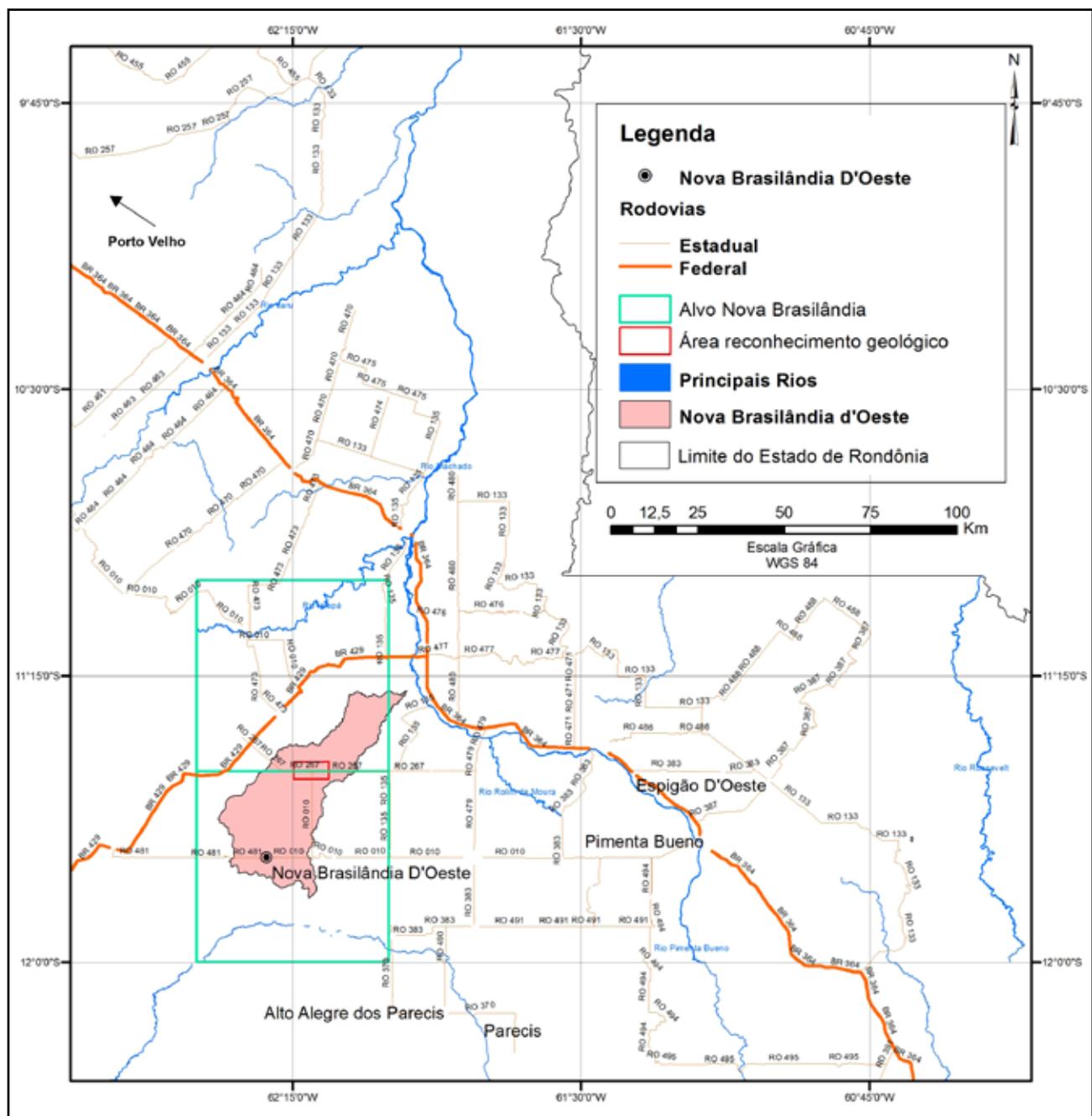


Figura 5.25 – Mapa de localização do alvo Nova Brasilândia.

entre cálcio e magnésio para os dolomitos calcíticos do Alvo Nova Brasilândia. A distribuição de cálcio e magnésio se manteve mais ou menos constante nas amostras (Figura 5.31-B).

5.4 - ALVO ALTO ALEGRE DOS PARECIS

O Alvo Alto Alegre dos Parecis está localizado na porção no norte do *Graben* do Colorado, próximo do Município homônimo, porção centro-leste do Estado de Rondônia. Este alvo já foi objeto de estudo de outros projetos em busca de ocorrências de cobre, descobertas no ano 2000 por garimpeiros, na borda Norte do *Graben* Colorado (DARDENE *et al.*, 2005).

Este alvo também foi pesquisado pela Companhia de Mineração Santa Elina S.A, com foco em trabalhos de prospecção visando à caracterização de depósitos de cobre. Cita-se também o projeto de Caracterização de Depósitos Minerais de Distritos Mineiros da Amazônia (DARDENE *et al.*, 2005).

A localidade é popularmente conhecida como “Buraco da Velha”, e a partir dos dados de sondagem feitos pela Companhia de Mineração Santa Elina na borda norte do *Graben* Colorado, foi possível individualizar quatro unidades sedimentares descritas a seguir.

5.4.1 - Localização e Acessos

Para acessar o Alvo Alto Alegre dos Parecis a partir de Porto Velho deve-se seguir pela BR-364 até

a RO-479. Segue-se na RO 479 até a RO383 e RO 490 totalizando um percurso de aproximadamente 450 km. As ocorrências estão localizadas cerca de 15 km do município de Alto Alegre dos Parecis (Figura 5.32).

5.4.2 - Geologia local

Os principais dados foram obtidos a partir de sondagens feitas na região por empresas de pesquisa mineral. De acordo com estes dados, as unidades sedimentares estão dispostas diretamente sobre o embasamento cristalino. Este embasamento é composto por granodioritos e tonalitos sobre os quais se depositaram rochas sedimentares que foram individualizadas em quatro unidades: Sequência Conglomerática Inferior, Sequência Carbonática, Sequências Siliciclásticas Intermediária e Superior que serão descritas a seguir e especializadas no mapa geológico do Alvo Alto Alegre dos Parecis (Figura 5.33).

SEQUÊNCIA CONGLOMERÁTICA INFERIOR

Esta sequência é representada por conglomerados, diamictitos e folhelhos. Os conglomerados são polimíticos, evidenciando a diversidade litológica das áreas fontes (Figura 5.34-C). Esta sequência está localizada estratigraficamente abaixo da sequência carbonática, que constitui um horizonte estratigráfico de referência (horizonte-guia). A espessura da sequência conglomerática é bastante irregular e foi estimada em cerca de 20 metros a partir de dados de sondagens

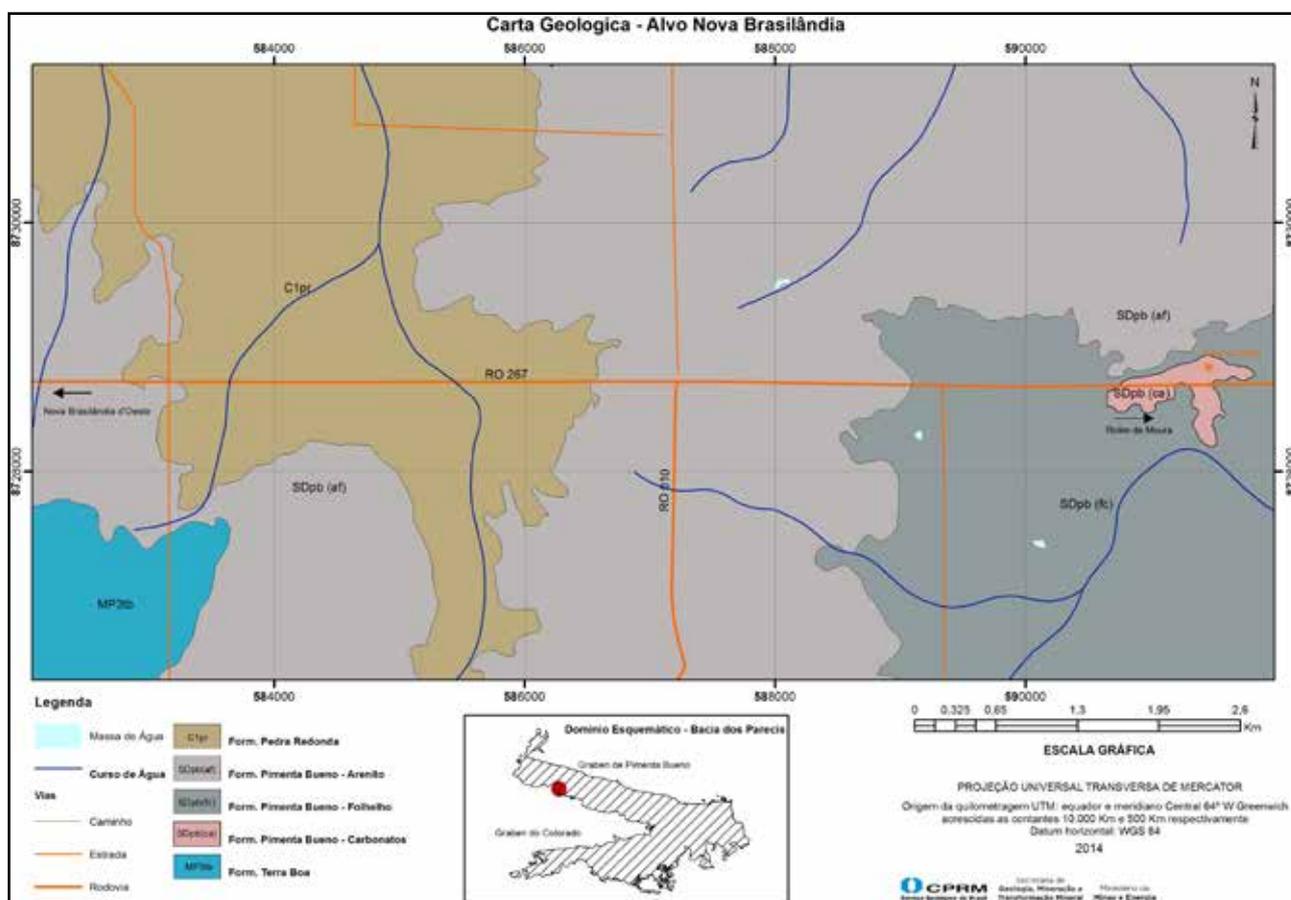


Figura 5.26 – Mapa Geológico Alvo Nova Brasilândia.



Figura 5.27 – (A) Bloco de rocha de aproximadamente 50 x 50 cm; (B) Clasto de rocha metamórfica; (C) Aparente vergência da camada de rocha conglomerática; (D) Fraturas de alívio cortando tanto o clasto como a matriz do diamictito. (CE-R-036-UTM 579.069E/8.727.931N).



Figura 5.28 – (A) Vista geral do carbonato, exibindo típica feição de laminação plano-paralela; (B) Marcas de ondas assimétricas em carbonatos da porção superior da seqüência carbonática; (C) Detalhe em corte do calcário de coloração escura; (D) Fenda marcando a entrada da caverna com arenito sobreposto ao carbonato. (CE-R-040-UTM 590.658E/8.728.538N).

realizados na região de estudo (Dardenne *et al.*, 2005).

SEQUÊNCIA CARBONÁTICA

As exposições dos carbonatos são observadas nas estradas denominadas linhas 36 e 40 nas proximidades do local conhecido como “Buraco da Velha”. Esta sequência possui espessuras delgadas, não foram observados horizontes com espessura superior a 5m. Esta sequência é constituída por rochas carbonáticas de coloração rosa, com laminação plano-paralela fina, dispostas em camadas descontínuas e com aspecto lenticular.

O contato desta sequência com as sequências sotoposta e sobreposta são bruscos e irregulares. São observados ocorrência de estromatólitos (Figura 5.35-A) e estruturas de ressecamento (Figura 5.35-B). Em lâmina delgada foram observados grãos terrígenos de quartzo, mica e também a ocorrência de minerais opacos em meio a uma matriz micrítica fracamente recristalizada (Figura 5.36). A presença de terrígenos também foi indicada nas análises químicas onde os teores de sílica de algumas amostras se mostraram mais elevados (Figura 5.40- A).

As ocorrências de minerais de cobre como Calcocita e Malaquita nos dolomitos e conglomerados é controlada por falhas normais de primeira e segunda ordem, relacionadas à evolução do *Graben* Colorado,

(DARDENNE *et al.*, 2005). O sulfeto de cobre (calcocita) encontra-se ao longo dos planos de acamamento e ao longo de fraturas, evidenciando muitas vezes alterações para malaquita, azurita e crisocola (Figura 5.35-C e Figura 5.36). Estes minerais de cobre encontram-se relacionados a zonas de dissolução ou superfícies de fraturas tendo sido encontrados como impregnações ao longo da porosidade da camada conglomerática sotoposta ao pacote carbonático.

Estas ocorrências encontram-se hospedadas na base dos calcários dolomíticos e no topo da sequência conglomerática inferior. De maneira geral, este modo de ocorrência confere à mineralização de cobre um caráter predominantemente *strata-bound*, segundo Dardene *et. al* (2005) (Figura 5.35 e Figura 5.36).

SEQUÊNCIA SILICICLÁSTICA INTERMEDIÁRIA

A Sequência Siliciclástica Intermediária é composta por rochas sedimentares que ocorrem estratigraficamente logo acima da Sequência Carbonática. Esta sequência é composta por folhelhos marrom-chocolate e diamictitos.

Esta sequência possui espessuras mais expressivas, atingindo em furos de sondagem até 60m. Possui grande variação lateral, e o contato observado



Figura 5.29 – (A) Arenito maciço sobreposto ao carbonato; (B) Arenito micáceo; (C) Corte lateral exibindo os minerais componentes; (D) Marcas de onda assimétricas. (CE-R-039-UTM 589.009E/8.729.026N).



Figura 5.30 – (A) Arenito com estratificação cruzadas cavalgantes; (B) Visão da parte superior do plano de estratificação. (CE-R-038-UTM 582.953E/8.728.700N).

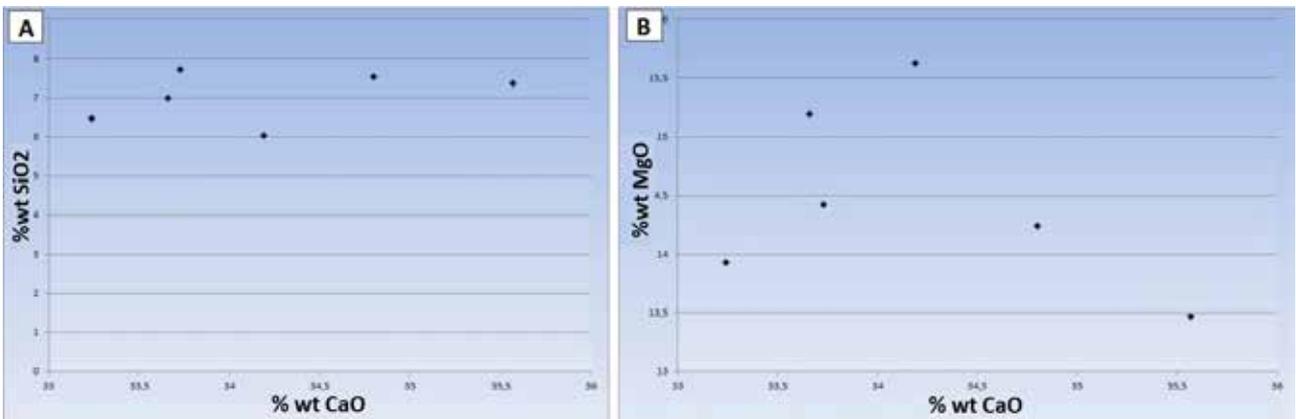


Figura 5.31 – Diagramas composicionais binários para as rochas do Alvo Chupinguaia: A) SiO₂ vs CaO; B) MgO vs CaO.

Tabela 5.3 – Resultados de análises químicas de óxidos de elementos maiores (em %) das rochas carbonáticas da Formação Pimenta Bueno, alvo Nova Brasilândia – amostras do sítio Garapa e entorno.

Amostra	Dolomito calcítico					
	CE-R-39A	CE-R-39B	CE-R-40A	CE-R-40B	CE-R-41	CE-R-48B
CaO	33,24	35,57	33,73	34,8	34,19	33,66
MgO	13,93	13,47	14,42	14,24	15,63	15,19
SiO ₂	6,47	7,36	7,71	7,53	6,04	6,98
P ₂ O ₅	0,01	0,04	0,02	0,02	0,02	0,02
Al ₂ O ₃	0,28	0,81	0,83	0,74	0,2	0,7
Cr ₂ O ₃	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Fe ₂ O ₃	0,73	0,9	1,03	0,99	0,77	0,8
K ₂ O	0,31	0,38	0,39	0,37	0,28	0,36
MnO	0,67	0,65	0,62	0,66	0,63	0,56
Na ₂ O	0,21	0,27	0,4	0,4	0,41	0,4
TiO ₂	0,03	0,05	0,05	0,04	0,03	0,04
LOI	41,21	40,68	40,74	41,04	42,33	41,65
Soma	97,1	100,19	99,95	100,84	100,53	100,34

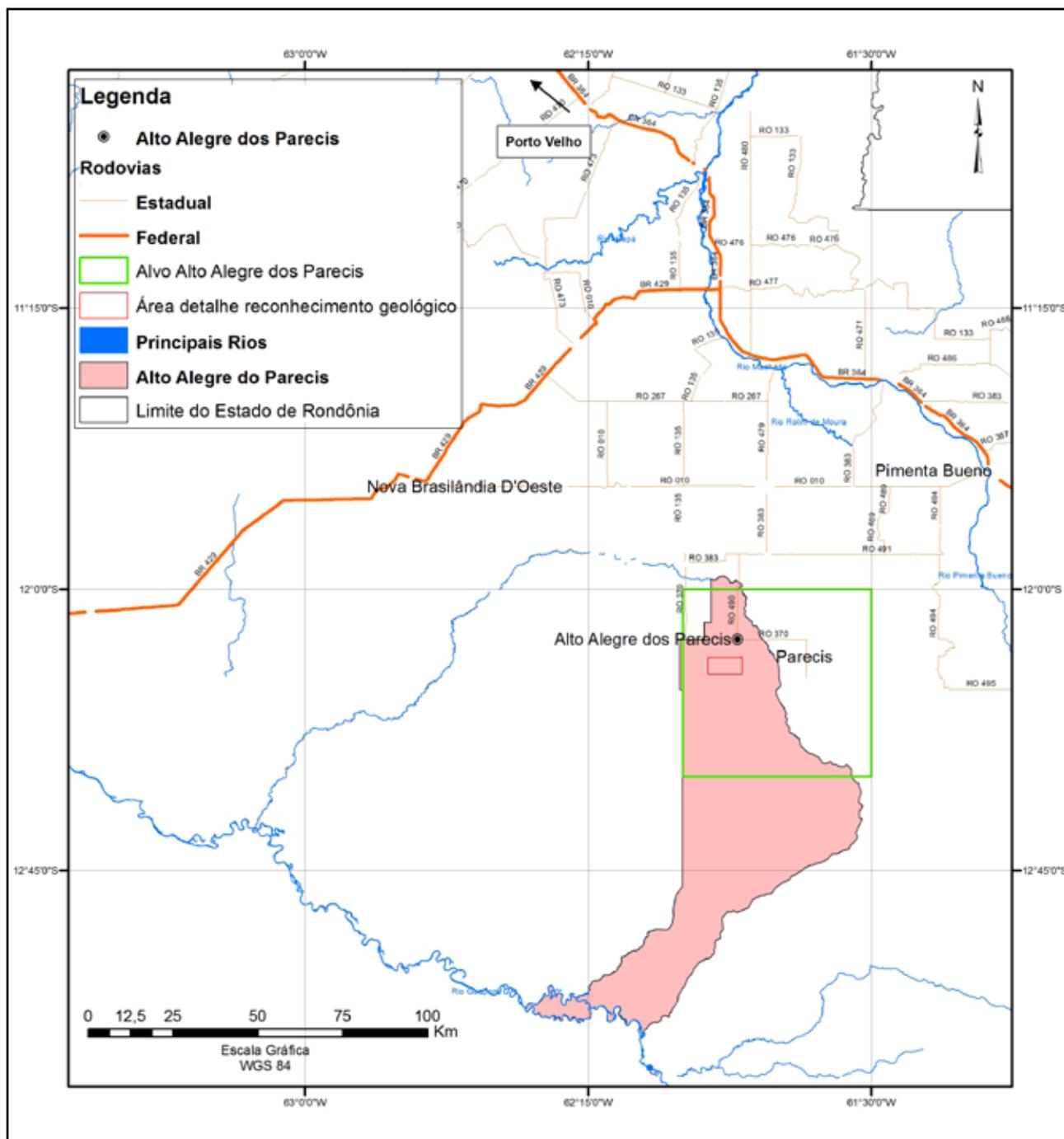


Figura 5.32 – Mapa de localização do Alvo Alto Alegre dos Parecis.

com a sequência carbonática é brusco. O diamictito possui seixos compostos por granitóides, rochas máficas e sedimentares, inseridos em uma matriz argilo-arenosa. Os folhelhos ocorrem alternados com níveis de siltito conferindo um aspecto rítmico para esta fácies (Figura 5.37-A). São observados também arenitos finos com intercalações de rochas pelíticas. No topo desta unidade ocorre paraconglomerado polimítico, interpretado como de ambiente de leque aluvial ou *debris flow* (Figura 5.37-B).

SEQUÊNCIA SILICICLÁSTICA SUPERIOR

A Sequência Siliciclástica Superior é formada por arcóseos micáceos finos de coloração

avermelhada, são observadas intercalações de material de folhelhos vermelhos (Figura 5.38). Esta unidade apresenta grande extensão lateral, visto que sua ocorrência se estende por mais de 1 km ao longo da drenagem Igarapé do Gaúcho.

As rochas da sequência siliciclástica superior são muito imaturas textural e composicionalmente. Em lâmina delgada observa-se um arcoço constituído por grãos angulosos de quartzo e feldspato (ortoclásio e microclínio) tamanho areia média e micas detriticas. Esta imaturidade textural e mineralógica indicam que a área fonte dos sedimentos não deveria estar muito distante do sítio deposicional (escarpa das falhas relacionadas à borda do gráben) (Figura 5.39).

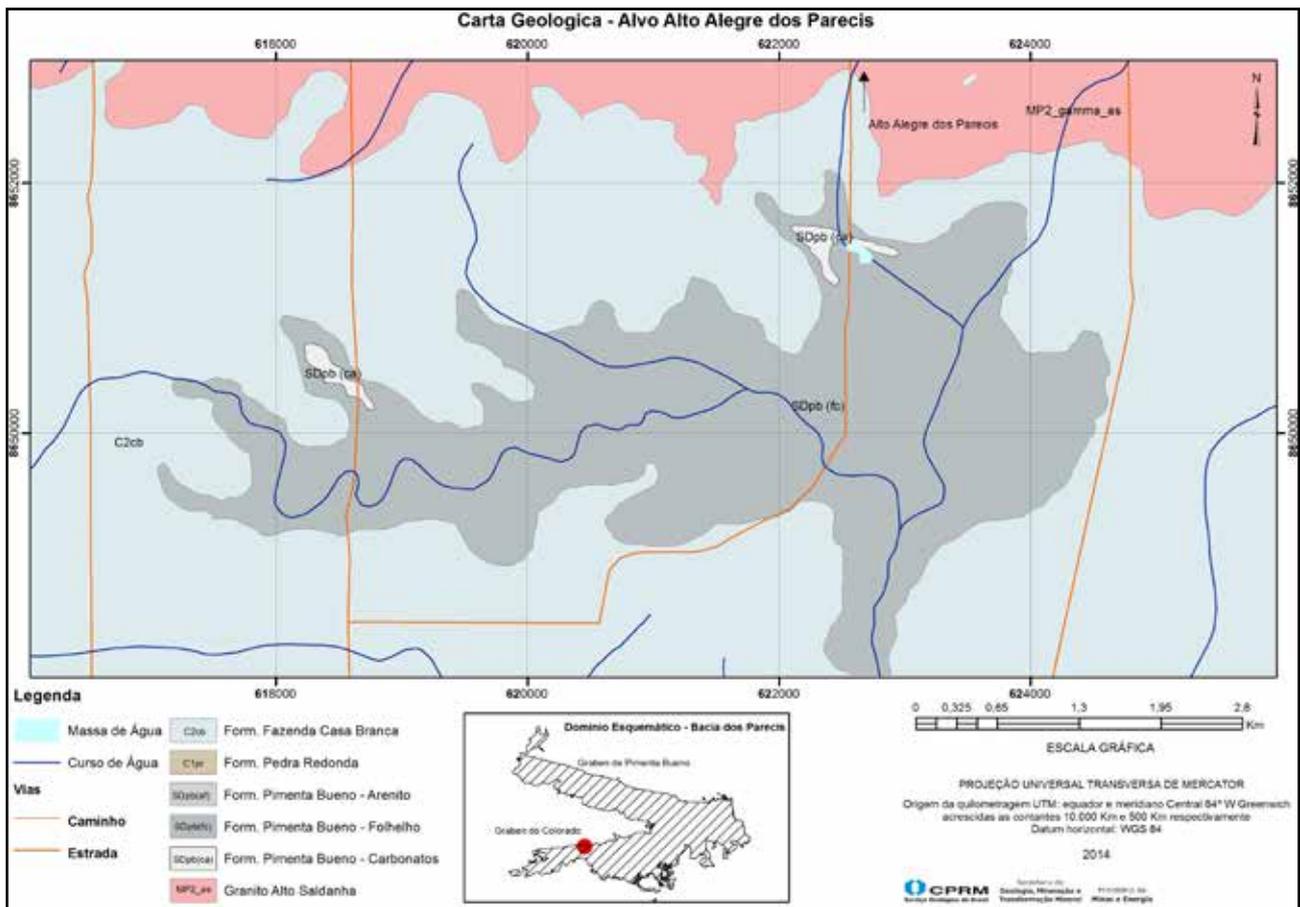


Figura 5.33 – Mapa Geológico do Alvo Alto Alegre dos Parecis



Figura 5.34 – Diamictito contendo fragmento de rocha granítica (CE-R-047-UTM 622.219E/8.651.627N).



Figura 5.35 – (A) Estromatólitos em bloco rolado da unidade carbonática; (B) Estruturas de ressecamento; (C) Mineralização em plano de fratura; (D) Sulfeto disseminados acompanhando o mineral de malaquita. CE-R-043-UTM 618.266E/8.650.597N.

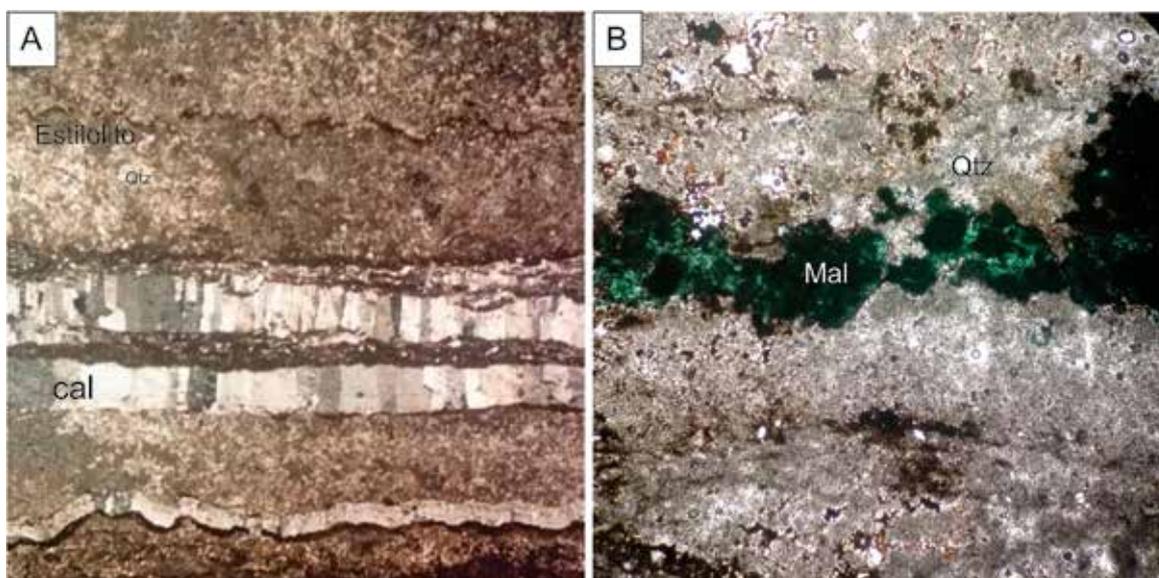


Figura 5.36 – Fotomicrografia dos dolomitos calcíticos impuros. A) dolomito com estilólito e fratura preenchida por calcita. B) Dolomito calcítico impuro com malaquita.

5.4.3 - Litogeoquímica

Quinze amostras de rochas da sequência carbonática atribuída à Pimenta Bueno foram analisadas. A maioria destas rochas foram classificadas como dolomitos calcíticos, com exceção da amostra CE-R-043H, classificada como dolomito.

As amostras do ramal L-40 (Tabela 5.4) apresentam valores de CaO (óxido de cálcio) variando

de 28,01 a 34,82%, com exceção da amostra CE-R-43G que trata-se de material laterítico; MgO (óxido de magnésio) variando de 14,83 a 19,82%; P_2O_5 (pentóxido de fósforo) para estas amostras ficou abaixo do limite de detecção de 0,01%. Os dados lançados nos diagramas composicionais binários permitem visualizar a natureza composicional das rochas.

O setor A da Figura 5.40-A refere-se aos dolomitos calcíticos. Deve-se notar que o incremento de sílica na composição destas rochas, que se deve a presença de grãos de quartzo que são impurezas presentes nas amostras (Figura 5.40-A). O diagrama da Figura 5.40-A revela que a maioria das amostras apresentam teores de cálcio e magnésio compatíveis com classificação dos dolomitos calcíticos, apenas uma amostra pode ser classificada como dolomito de acordo com sua composição.

5.5 - ALVO PARECIS

O Avo Parecis é localizado na porção no norte do Graben do Colorado, próximo do município Parecis, porção centro-leste do estado de Rondônia. Os primeiros relatos de rochas carbonáticas na localidade deste alvo foram feitas no relatório de visita às ocorrências de rochas carbonáticas do rio Araras (OLIVEIRA, 2003), Município de Parecis. Este relatório consistia de uma avaliação preliminar executada pela CPRM no ano de 2003.



Figura 5.37 – (A) Folhelho marrom; (B) Praconglomerado polimítico. CE-R-047-UTM 622.219E/8.651.627N.



Figura 5.38 – Intercalação de rocha pelítica com arenito arcossiano. CE-R-045-UTM 618.647E/8.650.329N.

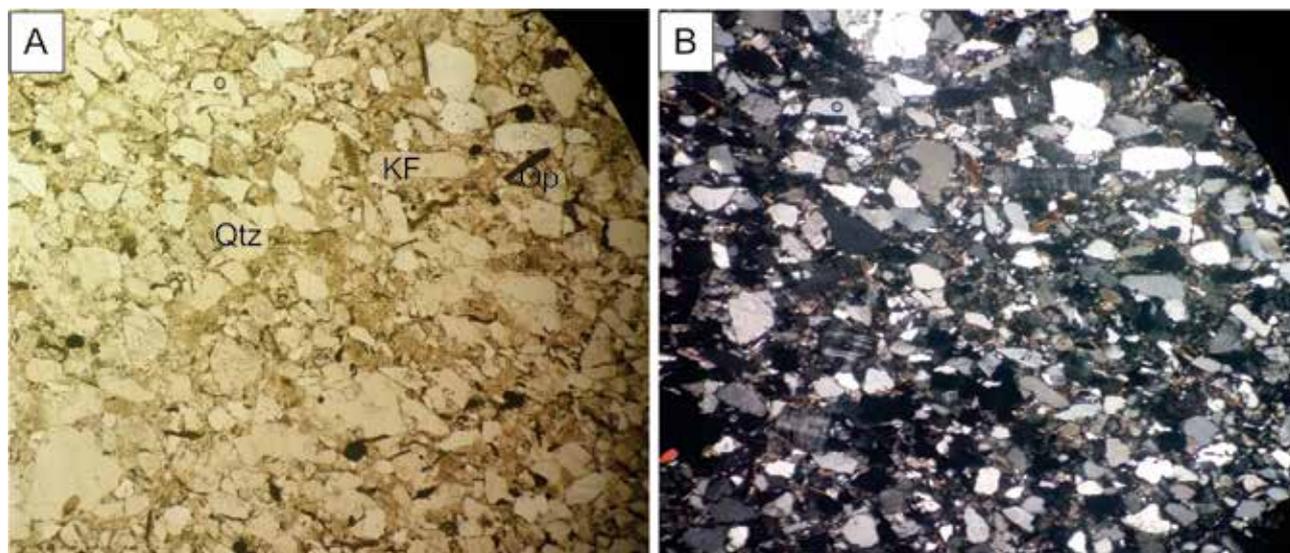


Figura 5.39 – Fotomicrografias do arcóseo da Sequência Siliciclástica Superior. A) Nicóis paralelos. B) nicóis cruzados.

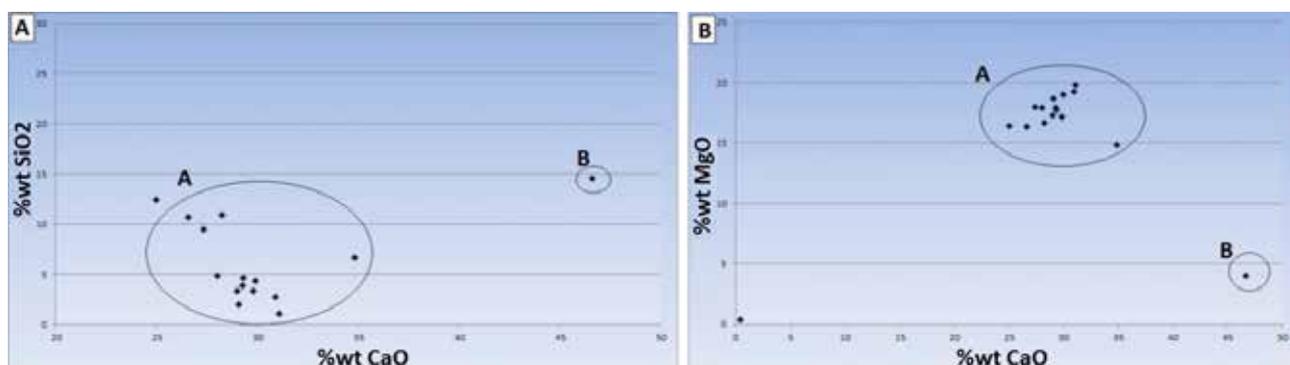


Figura 5.40 – Diagramas composicionais binários para as rochas do Alvo Alto Alegre dos Parecis: A) SiO_2 vs CaO ; B) MgO vs CaO .

Durante a execução do presente projeto foi realizado o levantamento geológico em estradas e margens dos rios Araras e Ararinhas, onde foram coletadas amostras de rochas bem como, realizadas descrições dos afloramentos com o objetivo de avaliar as ocorrências de calcário da região em caráter preliminar.

5.5.1 - Localização e Acessos

O Alvo Parecis está localizado às margens dos rios Ararinhas e Araras, a cerca de 6 e 9 km respectivamente do Município de Parecis. O acesso a partir de Porto Velho tem um percurso de aproximadamente 580km e pode ser realizado através da BR-364 até a RO-383, próximo do Município de Cacoal. A partir de então o segue-se pela RO-492 até o Município de Parecis (Figura 5.41).

Para acesso aos afloramentos foram utilizadas a L-75 até o km 03, e a linha P-04 a norte até o Sítio São Pedro (margem direita do rio Ararinha). Para acessar os outros afloramentos deve-se seguir o ramal L-75 em direção leste até a entrada da linha P-02, seguindo por mais 3 km até o Sítio do Bianor.

5.5.2 - Geologia Local

Trabalhos anteriores desenvolvidos pela CPRM na região sudeste de Rondônia, desde 1977 já indicavam a presença de rochas carbonáticas nesta região, porém o conhecimento técnico desta área permanece restrito a informações regionais constantes no mapa geológico de Rondônia Quadros e Rizotto, (2007), na Figura 5.42, e do relatório de visita às estas ocorrências (Oliveira, 2003).

SEQUÊNCIA CARBONÁTICA

Esta unidade apresenta ampla distribuição na área sendo constituída basicamente por siltitos, siltitos carbonáticos, folhelhos marrons avermelhados e calcários dolomíticos.

Os afloramentos de rochas carbonáticas estão localizados principalmente na margem esquerda do rio Ararinha, e também na forma de afloramentos rasteiros no sítio do Bianor. Os afloramentos de siltito carbonático estão localizados tanto na margem esquerda do rio Ararinha, como em ambas as margens do rio Arara (Figura 5.43).

Tabela 5.4 – Resultados de análises químicas de óxidos de elementos maiores (em %) das rochas carbonáticas da Formação Pimenta Bueno, alvo Alto Alegre – amostras do garimpo Buraco da Velha – L-40.

Amostra	Dolomito calcítico										Dolomito				Gossan				Dolomito calcítico				Brecha
	CE-R-43A	CE-R-43B	CE-R-43C	CE-R-43D	CE-R-43D2	CE-R-43E	CE-R-43F	CE-R-43I	CE-R-43J	CE-R-43L	CE-R-43H	CE-R-43G	CE-R-47B	CE-R-47C	CE-R-47D	CE-R-44A	CE-R-47B	CE-R-47C	CE-R-47D	CE-R-44A			
CaO	34,82	28,01	29,32	29,8	29	29,26	29,07	30,89	28,23	29,93	31,09	0,41	27,34	24,97	26,59	46,62	27,34	24,97	26,59	46,62			
MgO	14,83	17,91	17,7	17,15	17,26	17,93	18,69	19,2	16,63	18,99	19,82	0,36	17,95	16,37	16,32	4,03	17,95	16,37	16,32	4,03			
SiO ₂	6,7	4,84	4,6	3,31	3,3	3,87	1,97	2,69	10,93	4,33	1,06	28,43	9,51	12,4	10,65	14,53	9,51	12,4	10,65	14,53			
P ₂ O ₅	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01			
Al ₂ O ₃	0,42	0,73	0,68	0,56	0,57	0,55	0,38	0,58	1,58	0,91	0,31	0,84	1,06	3,16	1,23	1,76	1,06	3,16	1,23	1,76			
Cr ₂ O ₃	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01			
Fe ₂ O ₃	0,8	0,98	1,1	1,23	1,21	0,9	0,88	1,02	1,99	0,95	1,46	25,66	1,58	1,7	0,95	2,3	1,58	1,7	0,95	2,3			
K ₂ O	0,32	0,1	0,14	0,14	0,13	0,05	0,07	0,13	0,9	0,18	0,04	0,03	0,82	0,82	0,86	0,09	0,82	0,82	0,86	0,09			
MnO	0,68	3,48	3,54	3,32	3,29	2,99	2,79	2,68	2,8	2,11	1,48	0,17	1,21	1,63	2,96	0,03	1,21	1,63	2,96	0,03			
Na ₂ O	0,39	0,07	0,12	0,07	0,05	0,03	0,04	0,1	0,5	0,18	0,04	0,01	0,41	0,65	0,53	0,08	0,41	0,65	0,53	0,08			
TiO ₂	0,03	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,16	<0,01	<0,01	<0,01	0,09	0,22	0,11	0,12	<0,01	0,22	0,11	0,12			
LOI	41,84	42,31	42,79	41,55	41,48	42,99	44,32	44,46	38,7	43,6	41,87	4,79	40,15	37,65	38,97	26,39	40,15	37,65	38,97	26,39			
Soma	100,84	98,05	99,52	96,65	95,86	98,11	97,81	101,47	102,29	100,95	96,66	60,29	99,92	99,09	98,99	95,78	99,92	99,09	98,99	95,78			

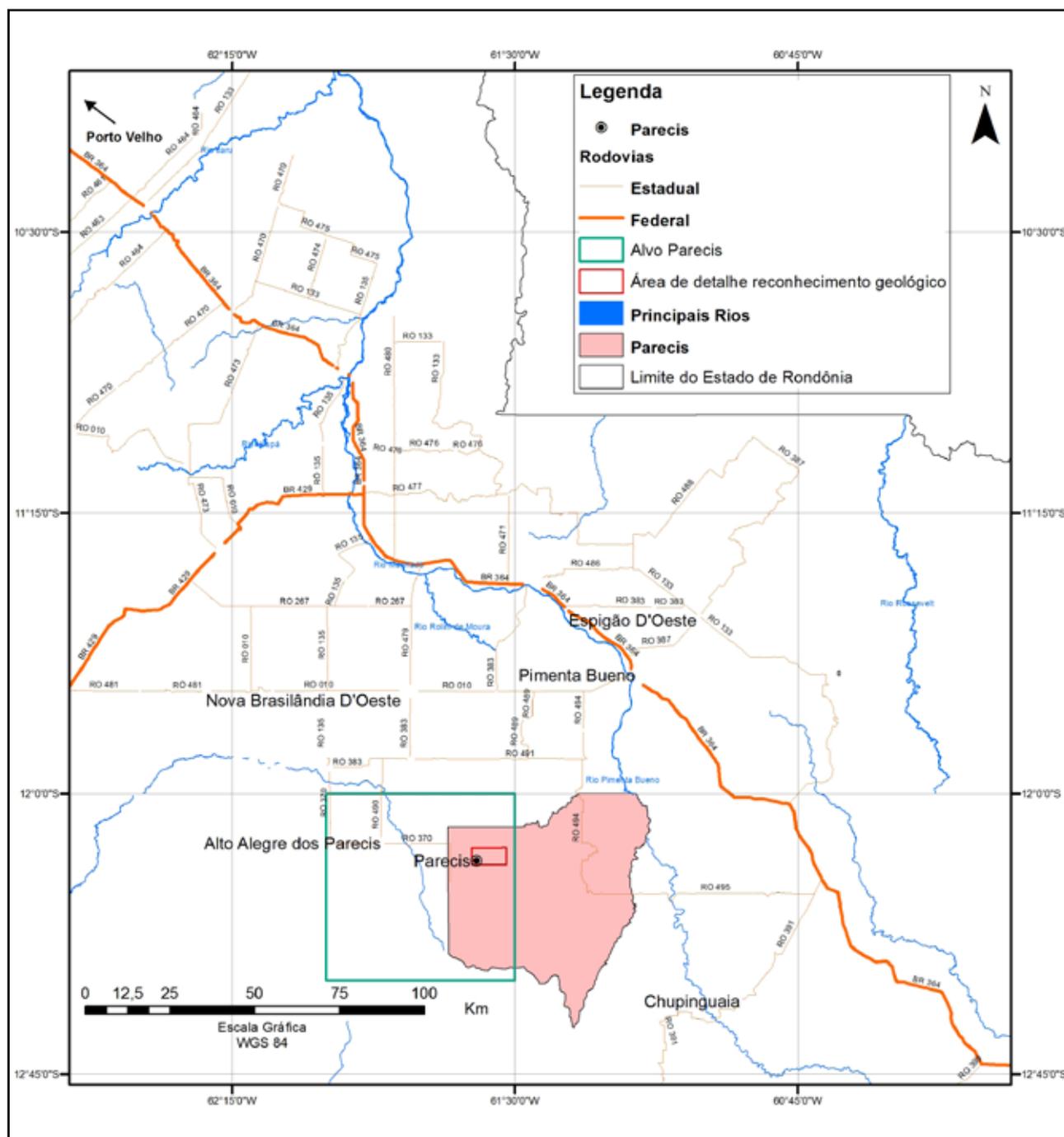


Figura 5.41 – Mapa de localização do alvo Parecis.

No Sítio Boa Vista ocorre uma camada de carbonato que se estende por cerca de 120m e apresenta uma espessura média de 3,40m. Esta camada apresenta-se lateralmente descontínua, de modo que não se prologa até a margem esquerda do rio Ararinha.

Este calcário tem coloração rosa e apresenta laminação plano-paralela fina. O contato inferior desta camada não foi observado, porém levando-se em consideração as demais ocorrências registradas neste projeto, atribui-se estas ocorrências a capas carbonáticas sobre os conglomerados não aflorantes. No contato superior são observadas intercalações de siltito carbonático com finas lâminas de folhelho (Figura 5.43-B).

As camadas de carbonato apresentam laminação plano-paralela, marcas onduladas e níveis compostos por brechas carbonáticas intraformacionais (Figura 5.44). Os planos de acamamento têm mergulhos que variam entre 165°/07 e 170°/10. (Figura 5.44).

Foram observadas duas famílias de fraturas com direções N45°E e N5°E. Pôde-se destacar a ocorrência de uma direção de fraturas relacionadas à dissolução química cuja direção preferencial é N15°E (Figura 5.45).

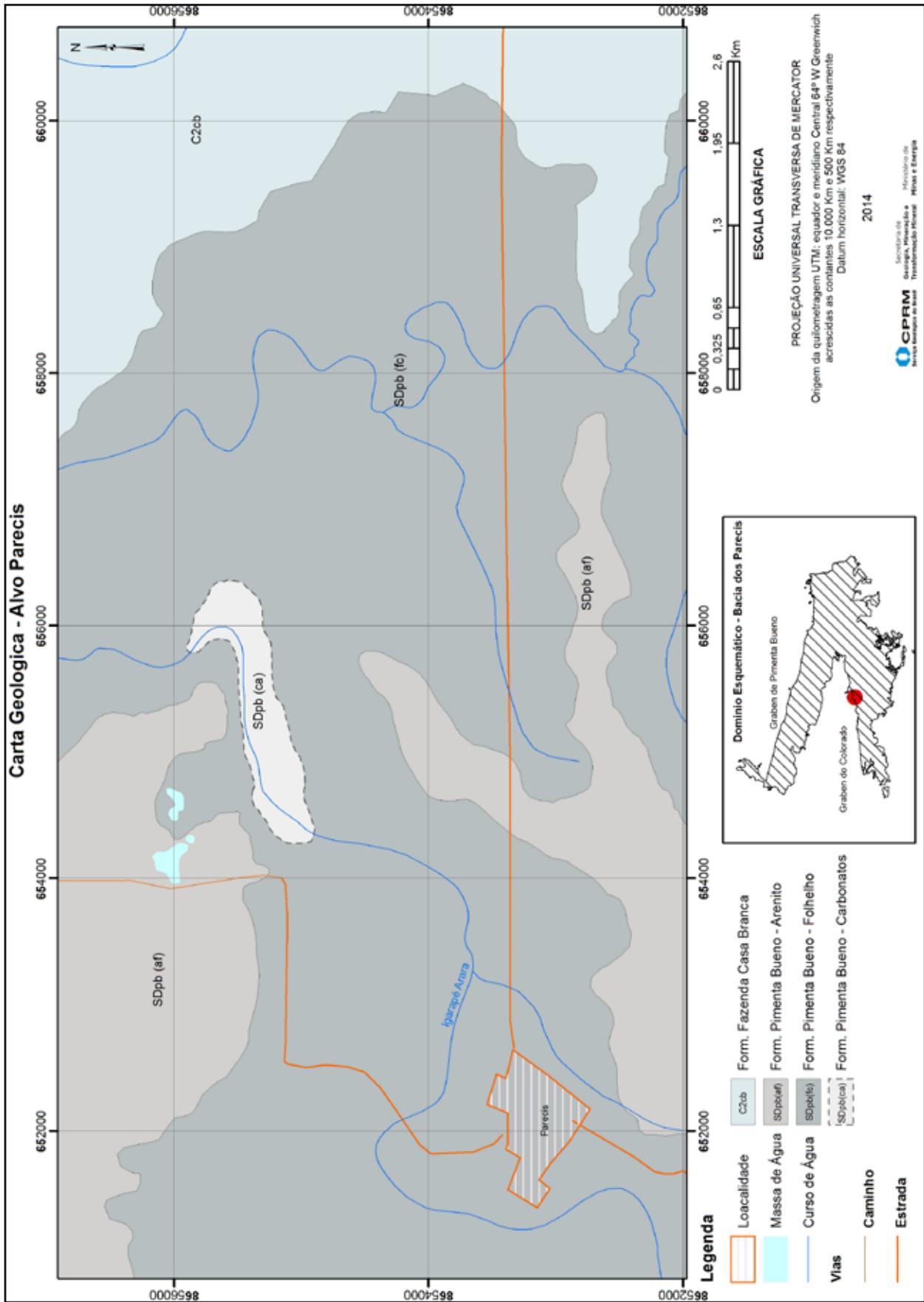


Figura 5.42 – Mapa geológico de detalhe do alvo Parecis.



Figura 5.43 – (A) Vista geral de carbonato dos afloramentos do rio Ararinhas; (B) Siltito carbonático localizado no topo da sequência carbonática; (C) Corte no afloramento no Sítio Olho D'Água; (D) Afloramento amostrado no Sítio do Bianor. (CE-R-087-UTM 654.665E/8.655.254N).

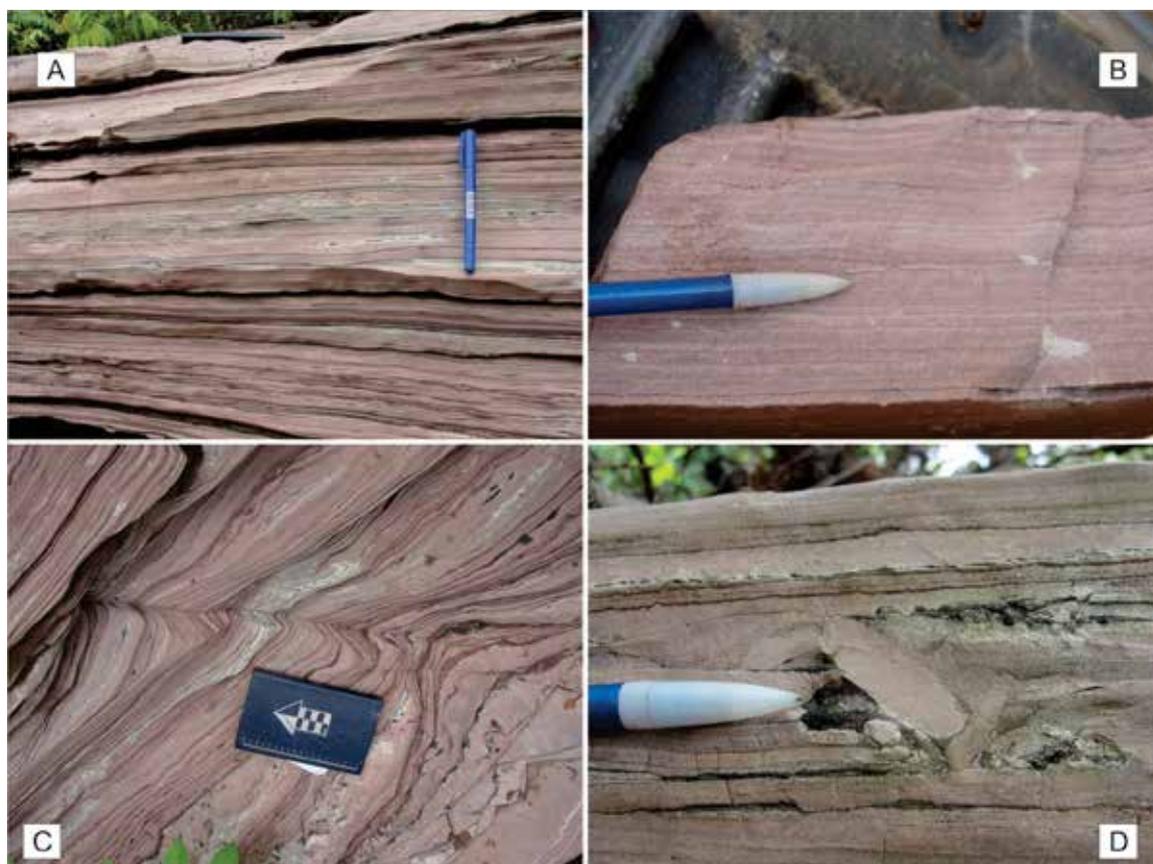


Figura 5.44 – (A) Sets de laminação do calcário dolomítico; (B) Detalhe interno do sets da laminação; (C) Fratura na fase inicial da dissolução; (D) Detalhe de intraclasto de brecha carbonática. (CE-R-087-UTM 654.665E/8.655.254N).

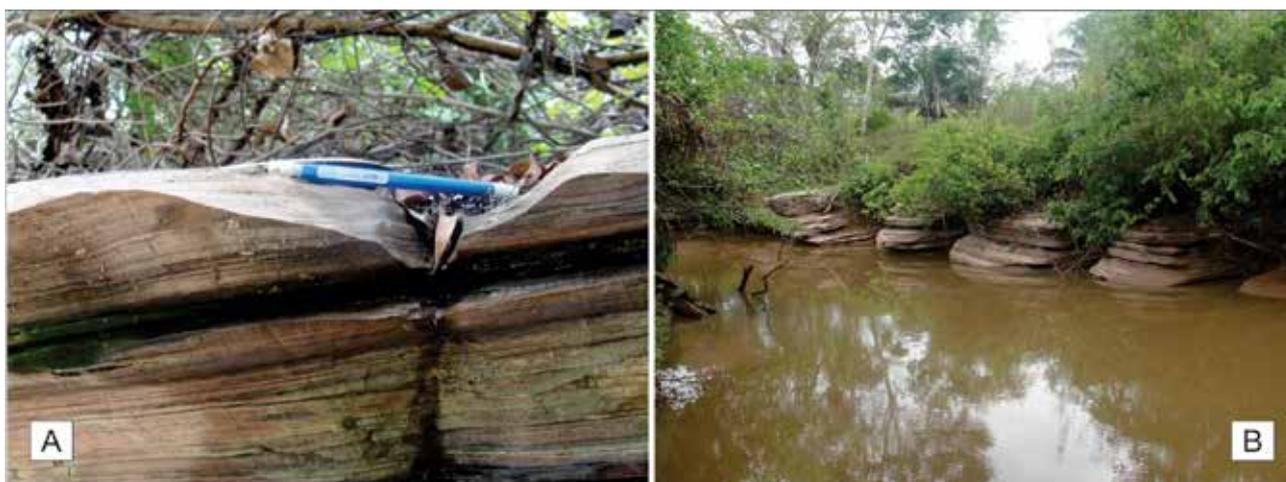


Figura 5.45 – (A) Calcário com fraturas alargadas por dissolução de carbonato acompanhando o trend principal; (B) Afloramento da margem do rio Ararinhas, apresentando fraturas em escala de afloramento. (CE-R-087-UTM 654.665E/8.655.254N).

5.5.3 - Litogeoquímica

Foram coletadas 10 amostras em dois locais distintos no município de Parecis, Rondônia. Nas margens do rio Ararinhas foram levantadas 7 amostras dispostas conforme a Figura 5.47. A outra área amostrada é referente aos carbonatos do Sítio do Bianor, onde, neste determinado local, não foi possível determinar uma mínima espessura da camada de calcário, por conta do formato destes afloramentos (amostras 89B e 89C). As amostras do ramal L-40 (Tabela 5.5) apresentam valores de CaO (óxido de cálcio) variando de 26,77 a 29,85%; MgO (óxido de magnésio) variando de 14,30 a 16,44%; Os valores de P_2O_5 (pentóxido de fósforo) para estas amostras é menor que 0,1%. Os diagramas composicionais binários para as amostras do Alvo Parecis indicaram uma dispersão muito homogênea de composição (Figura 5.46). Todas as amostras caíram dentro do campo composicional dos dolomitos calcíticos (Quadro 5.1). Todas as amostras apresentaram contaminação por quartzo e outros sedimentos terrígenos que elevam os teores de SiO_2 .

5.6 - ALVO ABUNÃ

A ocorrência de rochas carbonáticas na região de Vista Alegre de Abunã foi relatada por

superficiais. Mesmo estando numa região geologicamente desfavorável à ocorrência de rochas carbonáticas, foi executada uma visita ao alvo Abunã com objetivo de realizar reconhecimento geológico destas prováveis ocorrências relatadas.

O distrito de Vista Alegre do Abunã é localizado a cerca de 260 km de Porto Velho, no sentido oeste, em direção a Rio Branco, capital do Acre. A região do Alvo Abunã possui poucas informações geológicas de detalhe, as principais fonte de dados são os projetos Noroeste de Rondônia (1975) e Ituxi (1981) em escala 1:250.000, executados pela CPRM, e área não possui levantamentos aerogeofísicos que possam auxiliar a etapa de mapeamento. Outro fator complicador é a intensa cobertura florestal presente nesta região que dificulta o acesso e as interpretações de sensores remotos e de fotografias aéreas. Durante o trabalho de campo na área não foi confirmada nenhuma das ocorrências de rochas carbonáticas relatadas pelos superficiais.

Durante o reconhecimento geológico de campo foram descritas rochas relacionadas à Formação Mutum-Paraná. Estas rochas são constituídas por uma associação de quartzitos, quartzo-arenitos e granitos de granulação fina.

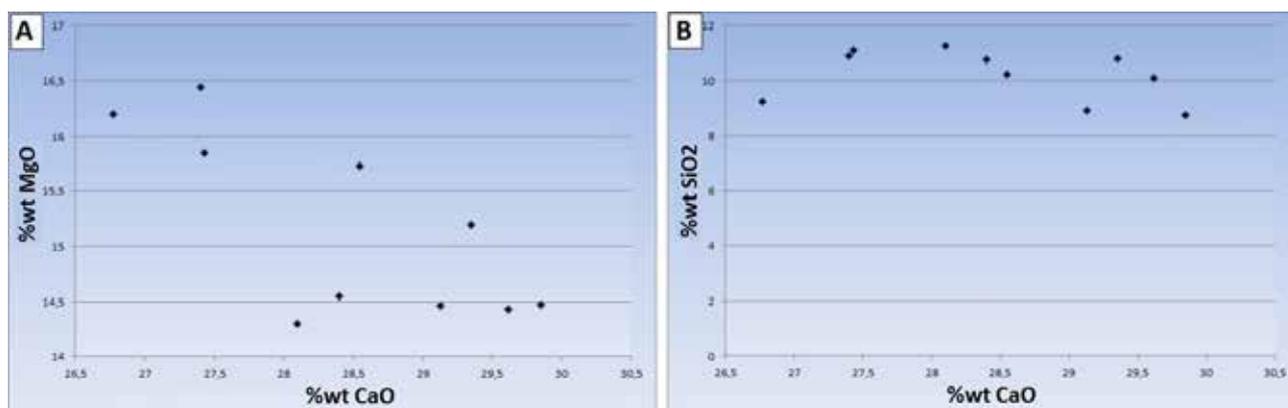


Figura 5.46 – Diagramas composicionais binários para os carbonatos do Alvo Parecis: A) SiO_2 vs CaO ; B) MgO vs CaO .

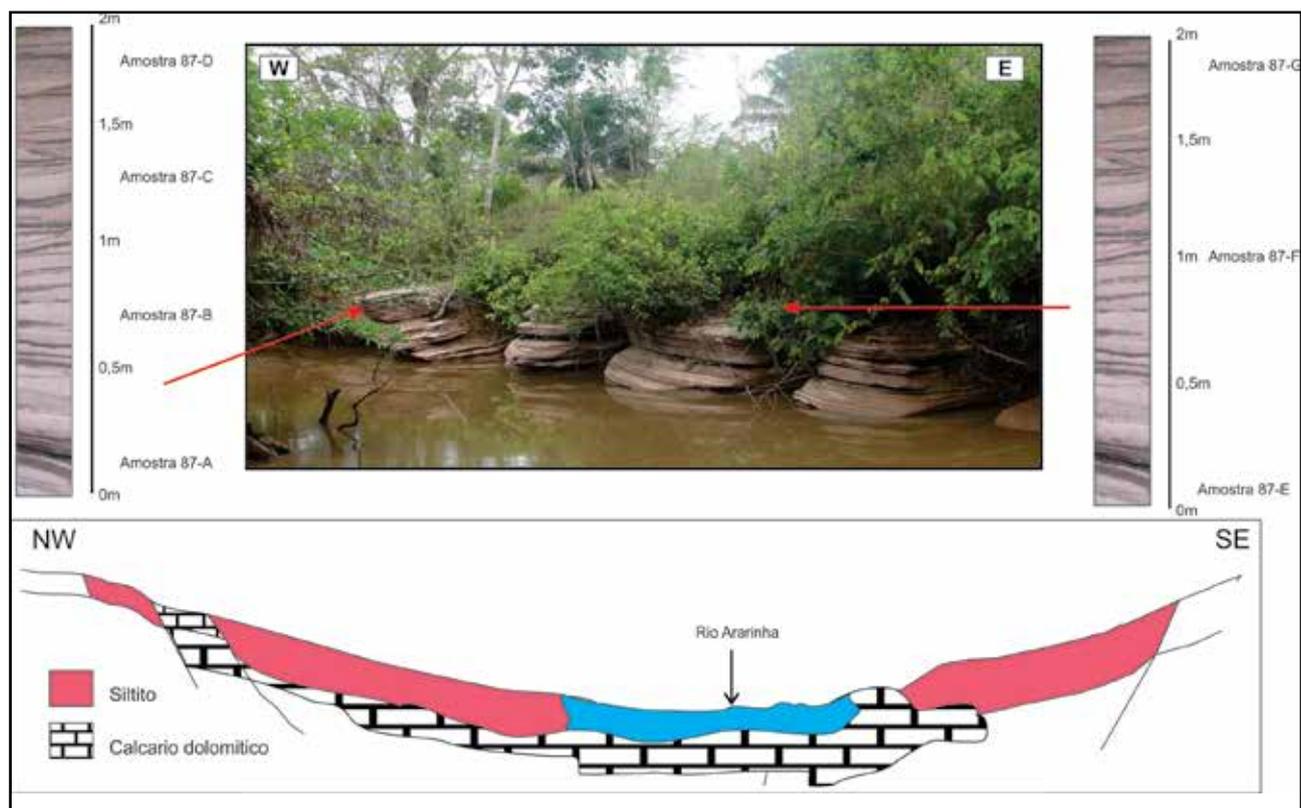


Figura 5.47 – Perfil esquemático transversal ao rio Ararinhás; e fotografia representando um corte paralelo ao mesmo rio, onde são representadas as amostragens.

Tabela 5.5 – Resultados de análises químicas de óxidos de elementos maiores (em %) das rochas carbonáticas da Formação Pimenta Bueno.

Amostra	Dolomito Calcítico									
	87A	87B	87C	87D	87E	87F	87G	89A	89B	89C
CaO	28,55	28,4	29,35	27,43	29,62	28,1	27,4	26,77	29,85	29,13
MgO	15,73	14,55	15,19	15,85	14,43	14,3	16,44	16,2	14,47	14,46
SiO ₂	10,23	10,78	10,8	11,11	10,08	11,27	10,91	9,26	8,76	8,92
P ₂ O ₅	0,07	0,05	0,05	0,06	0,05	0,05	0,1	0,08	0,06	0,04
Al ₂ O ₃	2,74	2,71	2,73	2,58	2,44	2,85	2,62	2,2	2	2,06
Cr ₂ O ₃	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Fe ₂ O ₃	1,53	1,12	1,12	0,64	1,24	1,38	1,28	1,48	1,4	1,38
K ₂ O	0,6	0,62	0,62	0,62	0,54	0,64	0,65	0,51	0,43	0,45
MnO	0,59	0,65	0,62	0,51	0,62	0,57	0,44	0,72	0,8	0,79
Na ₂ O	0,43	0,44	0,45	0,45	0,47	0,44	0,4	0,51	0,5	0,5
TiO ₂	0,12	0,12	0,12	0,14	0,11	0,12	0,15	0,12	0,1	0,1
LOI	39,01	38,61	38,88	39,01	39,05	38,11	38,88	39,58	39,6	39,53
Soma	99,61	98,06	99,93	98,4	98,65	97,84	99,26	97,44	97,96	97,35

6 – ASPECTOS AMBIENTAIS

Neste capítulo são abordados os aspectos relacionados aos impactos ambientais provocados pela atividade mineradora. A partir de levantamentos em campo buscou-se identificar e descrever as possíveis fontes de impactos ambientais oriundas das atividades minerais e as modificações impostas ao meio ambiente em decorrência da pesquisa e extração mineral.

Não foi efetuado um estudo de caso individual para cada alvo, visto que apenas o Município de Pimenta Bueno detém alvará em fase de concessão de lavra. Foi realizada, então, uma abordagem geral de aspectos comuns possivelmente incidentes em todos os alvos.

6.1 - IMPACTOS RELACIONADOS À PESQUISA MINERAL

As fases iniciais de pesquisa mineral são, em geral, de baixo impacto ambiental. Nesta fase são realizados levantamentos de superfície para confecção de mapas geológicos que auxiliarão nas demais etapas da pesquisa. Com o avanço da pesquisa, os impactos ambientais também evoluem. Em fase mais avançada, os impactos estão relacionados à abertura de picadas, trincheiras, desmatamento para abertura de estradas e praças de sondagem, bem como movimentação mais intensa de veículos.

Cada etapa da pesquisa requer planejamento adequado visando minimizar e recuperar os danos ambientais causados. Geralmente envolve a recuperação das áreas desmatadas (praças de sondagem, estradas e picadas).

6.2 - IMPACTOS RELACIONADOS À EXPLOTAÇÃO MINERAL

O método mais comum de extração de calcário é a mineração a céu aberto (*Open-Pit*) por desmonte com uso de explosivos, remoção e britagem com uso de maquinário pesado. Por isso serão apresentados aspectos gerais relacionados a uma lavra do tipo *Open Pit* mostrando os impactos decorrentes da extração de calcário de uma maneira geral nas áreas estudadas.

DESMATAMENTO E REMOÇÃO DO SOLO

Para se atingir o alvo de interesse (o calcário) é necessário realizar o “decapeamento” que envolve a retirada da vegetação e do solo que estão capeando a jazida. O decapeamento é uma atividade de grande impacto ambiental, comum no desenvolvimento de uma lavra a céu aberto (Figura 6.1).

O decapeamento é uma fase denominada de desenvolvimento da lavra, onde a cobertura estéril deve ser obrigatoriamente removida. Esta operação,



Figura 6.1 – Desmatamento e remoção do solo no desenvolvimento da lavra de calcário, em Pimenta Bueno.

por envolver a remoção do solo, impacta tanto o meio físico (solo) e biológico (flora e fauna). O desmatamento pode provocar a redução do banco de sementes nativas, tanto no pit da mina, como nas áreas de servidão (bota-fora, estradas para acesso e escoamento, áreas de escape para manobras de equipamentos, planta de beneficiamento, escritório, etc.), além de alterar as condições naturais de infiltração e escoamento superficial e subsuperficial da água. Como consequência, podem acontecer alterações na dinâmica hidrológica de drenagens próximas e modificações de comportamento do nível estático local. Estes impactos podem e devem ser mitigados durante e após a atividade extrativa, desde que se efetue um planejamento de lavra adequado.

Algumas medidas mitigadoras dos passivos ambientais gerados pela lavra de calcário são: a remoção do solo de forma seletiva, retirando, inicialmente, a camada de solo vegetal, visando reservá-la para utilização posterior, permitindo a preservação da fertilidade da área residual; criação de um banco de sementes de espécies nativas para posterior reflorestamento; execução de um sistema de controle de drenagem que proteja a área no início do processo de fixação do solo ainda inconsolidado durante o fechamento da mina. A consolidação se dá com o início do processo de revegetação, dispondo-se este material em bermas.

As ações preventivas e/ou mitigadoras realizadas durante o fechamento da mina tem como objetivo reabilitar a área minerada para o uso futuro. Geralmente as jazidas de calcário estão localizadas próximas a centros urbanos, podendo ser destinadas, após o adequado fechamento da mina, à construção de residências, edificações industriais, áreas de lazer ou outras formas de uso sustentáveis.

EROSÃO

Após remoção da cobertura vegetal e revolvimento do solo, a área torna-se vulnerável aos processos erosivos, que como consequência, dão origem a diversos passivos ambientais, tais como: degradação paisagística, assoreamento dos cursos d'água e contaminação de mananciais, preenchimento e colmatagem de cavidades naturais subterrâneas, alterações da energia de fluxo de drenagens subterrâneas, sobrecarga de nutrientes nos sistemas biológicos subterrâneos.

Os depósitos de estéril e rejeitos, quando depositados de forma inadequada podem causar muitos impactos ambientais. É necessário planejar e controlar a montagem da pilha de estéril e de rejeito a fim de evitar erosão e transporte deste material para cursos d'água adjacentes ou mesmo para o lençol freático (Figura 6.2).



Figura 6.2 – Área vulnerável aos processos erosivos, lavra de calcário em Pimenta Bueno.

ASSOREAMENTO

A mineração a céu aberto envolve intenso movimento de terra expondo as áreas à erosão acelerada. Como consequência, ocorre o carreamento de sedimentos pelas águas pluviais para os cursos d'água, poluindo-os alterando suas condições naturais, que comprometem seus usos à jusante.

As partículas do solo, ao sofrerem o impacto da chuva e do escoamento concentrado de águas, podem ser transportadas a longas distâncias pela força da correnteza. Contudo, por serem mais pesadas que a água, tende a sedimentar em canais, cursos d'água, reservatórios, barragens e em regiões inundáveis. Esse fenômeno é responsável por prejudicar a navegação, obras de armazenamento e abastecimento de d'água, controle de enchentes, regularização de vazão e geração de energia, além de causar mortandade da biota à jusante.

IMPACTOS AOS RECURSOS HÍDRICOS (E IMPACTOS DERIVADOS)

De forma geral o sucesso de uma operação em mineração depende, em grande parte, da resolução adequada de suas interações com a água. A viabilidade técnica e econômica de uma lavra está condicionada, com muita frequência, ao adequado conhecimento do contexto hidrológico no qual se localiza e ao subsequente desenho das atuações hidrológico-mineiras, que será tanto mais eficiente e de menor custo quanto antes sejam iniciadas. Por esse motivo é que as empresas de mineração mais conscientes planejam, desde a fase de pesquisa até a de pós-fechamento, em abordar, com ferramentas apropriadas, os problemas que a água pode ocasionar, desenhando e implementando as medidas preventivas e corretivas mais adequadas (DOMINGUES; BOSSONI; ALIPAZ, 2006).

Uma das consequências mais comuns do uso da água pelas atividades minerárias é a depleção temporária ou permanente do nível freático, em decorrência da sobreexploração do aquífero, ou seja, exploração acima da sua capacidade de recarga. A depleção acarreta a redução de vazões nas nascentes associadas ao aquífero desencadeando a diminuição de vazão em drenagens. A mitigação pela disposição a água retirada no sistema de rebaixamento.

Em áreas cársticas, um problema que pode ser crítico, é a subsidência brusca de terrenos e o aparecimento de crateras em decorrência do solapamento de cavernas subterrâneas, ou resultado da injeção de grandes volumes do solo sobrejacente para o interior dos vazios subterrâneos. Subsidências estão particularmente associadas à perda da capacidade de sustentação da água sobre a cobertura quando ela é rebaixada.

De acordo com o Conselho Nacional de Recursos Hídricos, a resolução nº 29 que dispõe da outorga de direito de uso da água para mineração estabelece:

Os usos de recursos hídricos relacionados à atividade minerária e sujeitos à estudos hidrogeológicos para avaliação de reservas explotáveis são:

- I. a derivação ou captação de água superficial ou extração de água subterrânea, para consumo final ou insumo do processo produtivo;
- II. o lançamento de efluentes em corpos de água;
- III. outros usos e interferências, tais como:

- captação de água subterrânea com a finalidade de rebaixamento de nível de água;
- desvio, retificação e canalização de cursos de água necessários às atividades de pesquisa de lavra;
- barramento para decantação e contenção de finos em corpos de água;
- barramento para regularização de nível ou vazão;

- sistemas de disposição de estéril e de rejeitos;
- aproveitamento de bens minerais em corpos de água; e
- captação de água e lançamento de efluentes relativos ao transporte de produtos minerários

IMPACTO VISUAL OU PAISAGÍSTICO

O conjunto de ações relacionadas às várias fases da produção mineral promovem inevitáveis modificações na paisagem original, especialmente em decorrência do desmatamento, da abertura do pit e alterações em perfis do relevo, das erosões e dos assoreamentos envolvidos. Os impactos visuais e paisagísticos decorrentes da produção mineral podem ser reduzidos e minimizados se houver planejamento por parte de profissionais habilitados (Figura 6.3).



Figura 6.3 – Impactos paisagísticos, resultantes da extração mineral.

POEIRAS/RUÍDOS/VIBRAÇÕES/ULTRA-LANÇAMENTOS

A poeira resultante das atividades de extração mineral tem origem nas várias fases do empreendimento, tanto nos trabalhos de perfuração de rocha como nas etapas subsequentes de detonação, carregamento, transporte, estocagem e beneficiamento. Na britagem, os possíveis pontos de emissão de poeira referem-se à alimentação dos britadores (primário e secundário) e moinhos (martelos), ao sistema de transferência (correia transportadora, elevadores e rampas), aos sistemas de peneiramento e empilhamento para estocagem.

De modo geral, a medida mitigadora para este impacto é implantação de um cinturão verde com malha adensada que sirva de anteparo entre a área de extração e o núcleo urbano mais próximo. Esta ação também minimiza o impacto visual causado pela mineração. Outra técnica que minimiza a emissão de poeira é a execução das perfurações com dispositivo úmido, eliminando a geração de poeira na fonte. A aspersão de água, por carros-pipas nas áreas de transporte e pilhas de estoque e redes aspersoras nos pontos de transferência de carga e no circuito de britagem também minimizam emissões de partículas para atmosfera.

Outro impacto considerável é a emissão de ruídos e vibrações tanto na perfuração e desmonte da rocha, quanto no processo de britagem. O uso irregular de explosivos tem gerado problemas com relação à segurança dos trabalhadores nas frentes de lavra.

Para controlar as vibrações o plano de fogo deve ser adequado, e monitorado periodicamente. No que concerne a ruídos, o controle deverá ser através da utilização de equipamentos adequados, tais como rompedores e *drop ball* (ou similar) para quebra dos “matacos” abafadores para martelotes, sistemas de isolamento acústico em britadores e peneiras.

O fenômeno de ultralancamento ocorre em consequência do uso excessivo de carga explosiva e consiste no lançamento de fragmentos rochosos além da área de manobra e carregamento (praça), devido principalmente a falta de orientação técnica.

Para o efetivo controle dos ultralancamentos, deverá ser observado o dimensionamento adequado do plano de fogo, levando-se em conta as particularidades da rocha, tais como estágio de decomposição, cavernas ou cavidades, juntas ou diáclases, espelhos de falhas, fraturas.

6.3 - RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS

A recuperação das áreas degradadas pelas atividades de mineração decorre da necessidade de reconstituir suas características físicas, químicas e biológicas, em conformidade com os valores ambientais, estéticos, socioeconômicos e culturais da circunvizinhança. Esta é a etapa mais importante do fechamento de uma mina.

O plano de recuperação das áreas deverá ser previsto na fase de elaboração do projeto de mineração e nesse caso, o seu caráter é preventivo, oferecendo maior flexibilidade para sua execução durante as operações, estendendo-se até a exaustão da mina. Entretanto, o que se verifica na prática, é o abandono dessas áreas, sem qualquer conscientização dos empresários quanto à necessidade premente de sua recuperação ou readequação.

Os critérios a serem adotados no processo de recuperação envolvem o conhecimento sobre as várias etapas da mineração (pesquisa, lavra e beneficiamento), sobre a forma e grau de interferência de cada etapa com o meio ambiente e das características topográficas, climáticas, litológicas, edáficas, geomorfológicas, da fauna e da flora locais.

No caso da atividade se desenvolver em áreas urbanas, deve-se considerar o tipo de ocupação, em função da destinação futura dessas áreas, obedecendo ao zoneamento urbano. A maioria dos problemas provenientes da mineração é na realidade atribuído às atividades informais que, por não terem obrigações com os órgãos regulamentadores e fiscalizadores, promovem lavra predatória, com graves consequências para o meio ambiente e a sociedade, face aos danos gerados e a exaustão prematura dos recursos minerais.

A destinação futura da área a ser recuperada deve ser claramente definida na fase do planejamento, podendo ser priorizada para os seguintes tipos de uso:

- Loteamento para fins residenciais ou comerciais;
- Áreas para recreação, esporte, lazer e cultura;
- Praças e jardins;
- Tanques para piscicultura;
- Aterro sanitário;
- Projetos industriais;
- Projetos agropastoris ou hortifrutigranjeiros etc.

A forma de recuperação de uma área minerada depende da finalidade a que ela se destina, geralmente envolvendo as seguintes medidas:

- preenchimento da área lavrada com estéril/rejeito, requerendo o prévio armazenamento desse material inaproveitável;
- recomposição topográfica, buscando a harmonia da conformação do terreno com a paisagem local. Normalmente os trabalhos são executados com equipamentos convencionais de terraplenagem, tais como tratores, *scrapers*, caminhões e rolos compactadores;
- estabilização do solo, podendo ser de natureza física, química e biológica. A estabilização física, envolve o preparo da área, dotando-a de terraceamento e a drenagem mais apropriada, através de valetas, calhas, canaletas, tubulações, bueiros etc. A estabilização química requer a aplicação de *spray* à base de produtos aderentes, nas pilhas de rejeitos e outros pontos vulneráveis. O processo biológico consiste na plantação de gramíneas fixadoras do solo, protegendo-a da ação erosiva;
- melhoramento do solo, através da revegetação ou reflorestamento, requerendo cuidados especiais no início do desenvolvimento da lavra, adotando-se critérios de remoção da camada fértil do solo e a conveniente estocagem. Deve haver controle do pH e salinidade, entre outros de correção de nutrientes;
- tratos da superfície após a lavra, envolvendo as operações necessárias ao restabelecimento da harmonia da localidade, dos pontos de vista, estético, conservacionista e social, obedecendo a sequência lógica, conforme a destinação futura da área, inclusive considerando a reintegração da

fauna, flora e demais elementos constituintes do meio ambiente.

6.4 - CAVIDADES NATURAIS SUBTERRÂNEAS (CAVERNAS)

A idéia comum que o público tem a respeito das cavernas envolve a imagem de um espaço subterrâneo bem delimitado pelas paredes da rocha – “*habitat* de morcegos e animais nocivos” – onde se pode caminhar apreciando feições peculiares como as pontiagudas estalactites e estalagmites, e outras formações consideradas exóticas. Esta é uma percepção bastante limitada, com uma simplicidade enorme frente à realidade dos ecossistemas subterrâneos, começando pelo fato de que esses ecossistemas não se restringem àqueles espaços acessíveis ao ser humano. E a sua fauna, bem menos nociva e muito mais diversificada, especializada e sensível do que se imagina, pode passar totalmente despercebida a olhos desatentos.

Do ponto de vista da natureza, objeto da análise técnica e científica, o ambiente subterrâneo na verdade compreende toda a malha de espaços interconectados na rocha ocupados por água, ar e sedimentos remanejados, muitas vezes conformando redes subterrâneas quilométricas que permitem o trânsito biológico e hídrico de um território geográfico para outro. Essa rede na verdade comporta-se como autênticos aquíferos, com seus compartimentos saturados (zona freática, onde todos os espaços encontram-se preenchidos por água) e não saturados (zona aerada ou vadosa acima do freático).

Existe, portanto, um cenário muito mais importante e complexo onde as cavernas, tal como corriqueiramente conhecidas, são meras “janelas” que permitem ao homem visualizar alguns segmentos de um mundo dinâmico muito maior que não está totalmente ao seu alcance. Talvez a maior importância dessas janelas seja justamente o auxílio que elas prestam para a compreensão desse mundo considerado à parte que, no entanto, está totalmente integrado com o ambiente superficial.

Do ponto de vista jurídico, cavernas são tratadas formalmente como “cavidades naturais subterrâneas acessíveis ao ser humano”, para efeito dos procedimentos relacionados ao licenciamento ambiental e à conservação do Patrimônio Espeleológico⁽¹⁾ brasileiro. O Decreto Federal 99.556 de 1990 alterado pelo Decreto 6.640 de 2008, que dispõe sobre a proteção das cavidades naturais subterrâneas existentes no território nacional, traz a seguinte definição:

¹ Conjunto de elementos bióticos e abióticos, socioeconômicos e histórico-culturais, subterrâneos ou superficiais, representado pelas cavidades naturais subterrâneas ou a estas associadas. Resolução Conama 347 de 10/09/2004 e Instrução Normativa MMA nº 2 de 10/08/2009.

Art. 1º As cavidades naturais subterrâneas existentes no território nacional deverão ser protegidas, de modo a permitir estudos e pesquisas de ordem técnico-científica, bem como atividades de cunho espeleológico, étnico-cultural, turístico, recreativo e educativo.

Parágrafo único. Entende-se por cavidade natural subterrânea todo e qualquer espaço subterrâneo acessível pelo ser humano, com ou sem abertura identificada, popularmente conhecido como caverna, gruta, lapa, toca, abismo, furna ou buraco, incluindo seu ambiente, conteúdo mineral e hídrico, a fauna e a flora ali encontrados e o corpo rochoso onde os mesmos se inserem, desde que tenham sido formados por processos naturais, independentemente de suas dimensões ou tipo de rocha encaixante.

Nesta definição a legislação assume a mesma visão popular reducionista sobre um elemento ou recorte de um ambiente maior, abstraída da vulnerabilidade natural dos ambientes e aquíferos cársticos brasileiros, os quais requerem regras especiais de ordenamento territorial ainda sequer esboçadas.

A legislação complementar mais recente vem contemplar os conceitos de “sistema cárstico” e “sistema subterrâneo”, aguçando a noção de “área de influência da caverna”. A Instrução Normativa 02 de 2009 do Ministério do Meio Ambiente (IN MMA 02/2009), que define o método para a classificação do grau de relevância de uma cavidade natural subterrânea, assim define:

Área de Influência da Caverna: área que compreende os elementos bióticos e abióticos, superficiais e subterrâneos, necessários à manutenção do equilíbrio ecológico e da integridade física do ambiente cavernícola.

Sistema cárstico: conjunto de elementos interdependentes, relacionados à ação da água e seu poder corrosivo junto a rochas solúveis, que dão origem a sistemas de drenagem complexos, englobando sistemas de cavernas e demais feições superficiais destes ambientes, como as dolinas, sumidouros, vales secos, maciços lapiasados e outras áreas de recarga. Incluem-se neste conceito todas as formas geradas pela associação de águas corrosivas e rochas solúveis que resultam na paisagem cárstica. É constituído por suas diversas zonas: exocarste, epicarste e endocarste.

Sistema Subterrâneo: conjunto de espaços interconectados da subsuperfície, de tamanhos variáveis (desde fissuras diminutas até grandes galerias e salões), formando grandes redes de espaços heterogêneos, que podem ser preenchidos por água ou ar.

Contudo, estes são conceitos essencialmente aplicados à avaliação individual da relevância

da caverna, cuja análise deve averiguar o quão importante e influente ela pode ser para a estrutura e funcionamento do sistema cárstico ao qual pertença, sem dar mérito ao sistema cárstico em si. Pelas definições, a avaliação da importância dos elementos bióticos encontrados numa caverna por sua vez deve levar em conta a composição biológica e a ecologia do sistema subterrâneo que a envolva, para que se possa inferir valor à caverna e não ao ecossistema como um todo. De qualquer forma, seja para efeito da análise de relevância ou já em vista das possibilidades de conservação ou de degradação da caverna previstas para cada classe de relevância, a área de influência da cavidade deverá ser sempre considerada.

Como se nota, um pressuposto muito importante sobressai dos conceitos jurídicos vigentes: no licenciamento ambiental, as cavidades acessíveis devem ser precisamente delimitadas e o traçado da área de influência de cada uma deve ser estabelecido. Justamente neste ponto encontram-se as maiores dificuldades técnicas práticas, pois é muito difícil reconhecer todos os elementos bióticos e abióticos que interagem dentro e além dos limites formais de uma cavidade natural subterrânea. Em tese, os estudos para tal finalidade devem apoiar-se nos princípios da análise sistêmica, em que a dimensão temporal de todas as possíveis interações entre os elementos constituintes de um sistema delimitável devem ser conhecidas em cenários de curto, médio e longo prazos.

Ocorre que as orientações metodológicas para a caracterização e avaliação do Patrimônio Espeleológico, notadamente o Decreto Federal 99.556/90 (alterado), a Resolução Conama 347/2004 e as Instruções Normativas 02/2009 do MMA e 30/2012 do ICMBio, bem como a sua condução nos ritos do licenciamento ambiental, são inábeis para o reconhecimento preciso dos limites dos sistemas espeleológicos e insuficientes para a percepção dos processos físicos e biológicos dominantes nos ambientes de interesse (os padrões ambientais), bem como o comportamento dos ambientes frente a condições extremas que possam intervir. Em vista do tempo amostral requerido nesses processos, é comum caracterizar situações transitórias ou anômalas confundindo-as com os padrões. Assim, para uma boa parte dos casos os procedimentos acabam sustentando análises imprecisas, ineficazes para mediar adequadamente o desenvolvimento econômico e a conservação de elementos ambientais potencialmente significantes em termos ecológicos e científicos.

Com este panorama, os valores ambientais tanto podem ser superestimados como subestimados, desfavorecendo algum lado da balança. E as dificuldades são agravadas porque ainda não existe conhecimento básico acerca de extensas áreas do território brasileiro onde há alta probabilidade de existirem complexos sistemas subterrâneos e

cavernas associadas, fato que prejudica gravemente o planejamento das atividades econômicas que, de antemão, poderiam ser poupadas de investimentos de risco.

Diante dessa realidade, bons estudos espeleológicos são aqueles que avançam além da elementar avaliação individual de cada caverna, voltando-se verdadeiramente para o enfoque do sistema ambiental mais amplo onde elas estão inseridas. As feições da superfície devem ser sempre cuidadosamente avaliadas em busca de algum tipo de relação com a dinâmica subterrânea, tendo em vista a movimentação de água, sedimentos e nutrientes para meio endógeno nos cenários de recarga-circulação-descarga hídrica. O contexto geográfico e hidrogeológico das bacias hidrográfica e aquífera envolvidas, bem como seu comportamento em diferentes escalas temporais precisam ser bem conhecidos, uma vez que a organização dos sistemas espeleológicos é basicamente coordenada pela estruturação e funcionamento dessas bacias.

Além do mais, outros aspectos importantes para uma ocupação ordenada do território e uso racional dos recursos naturais que podem ser explorados a partir de estudos cársticos sistêmicos, como por exemplo, o reconhecimento de condições geotécnicas de risco associadas a processos de colapso de vazios subterrâneos ou subsidência de solo (dolinamentos) e a vulnerabilidade natural de contaminação dos mananciais subterrâneos.

Levantamentos prévios de áreas pouco conhecidas do ponto de vista espeleológico, compreendidas como “áreas potencialmente cársticas”, podem reconhecer condições geológicas e hidrológicas favoráveis a processos de dissolução cárstica, assim como feições superficiais e subsuperficiais diagnósticas de padrões de carstificação – formas de relevo e hidrografia típicas que permitam constatar ou sugerir a existência de rochas solúveis e a presença de elementos relevantes do Patrimônio Espeleológico, vulnerabilidades ambientais e riscos geológicos. Esta abordagem espeleológica de caráter regional, em específico, acompanha o presente trabalho de levantamento das rochas carbonáticas existentes no estado de Rondônia, realizado pela CPRM na perspectiva de antecipar possíveis situações de impedimento, restrições ou condições locais particulares que possam de alguma maneira onerar excessivamente a atividade minerária.

Em escala mais local, contexto das cabeceiras da bacia do ribeirão Félix Fleury (drenagens de 1ª

e 2ª ordens) no Município de Pimenta Bueno, um importante conjunto de cavernas previamente conhecidas foi revisitado buscando compreender a organização e o funcionamento do sistema espeleológico local (modelo espeleogenético e dinâmico), área onde estão as maiores expectativas para a extração de calcário no Estado de Rondônia. Os novos levantamentos trazem esclarecimentos para algumas das dúvidas ainda restantes do processo de licenciamento ambiental da mineração e respectivo Estudo de Impacto Ambiental elaborado no ano de 2009 e também atualizam o exame outrora realizado a respeito da relevância das cavidades ali existentes frente à realidade jurídica e metodológica atualmente válida.

Além desta área, processos de carstificação também receberam atenção no contexto do “Alvo Nova Brasilândia”, região do Sítio Garapa, tendo em vista uma expressiva dinâmica hidrológica associada ao fenômeno de dissolução carbonática local, com reflexos aparentemente recentes no reafeiçoamento do relevo tal como expresso pela formação e/ou remodelagem de dolinas. Considerando existirem moradores na área de influência do referido sistema cárstico, e diante das interferências antrópicas já incidentes no ambiente local – construção/reestruturação de uma estrada e manejo (desvio e barramento) da drenagem natural – estudos ainda mais detalhados precisarão ser futuramente desenvolvidos uma vez que se configura condição de risco geológico. Esses estudos deverão abarcar com muita atenção uma caverna significativa que compõe o sistema local, para que se possa avaliar as suas condições de estabilidade geotécnica, o seu atual papel na dinâmica hidrológica e os efeitos das modificações ambientais que lhes são particularmente incidentes.

Em vista dessa abordagem, o tema é apresentado numa publicação especial conexas a este Informe, intitulada “Cavernas em Rochas Carbonáticas no Estado de Rondônia”, que reúne as descrições dos sistemas espeleológicos estudados e a discussão sobre o que eles representam tanto para as atividades de mineração de calcário, como para os cenários ambientais envolvidos, para as comunidades próximas e para os interesses difusos. O seu escopo inclui revisões conceituais, os modelos espeleogenéticos propostos para os dois principais sistemas cársticos carbonáticos até então detectados em Rondônia e os prognósticos de conformação de áreas cársticas orientados pelo arcabouço geológico e geotectônico da Fossa Tectônica de Rondônia, domínio oeste da Bacia dos Parecis.

7 – DIREITOS MINERÁRIOS

As informações sobre as áreas requeridas foram obtidas junto ao cadastro do DNPM on-line (sistema SIGMINE). No site do DNPM existe a opção para consulta dos processos de requerimento de áreas destinadas à mineração, onde são mostrados dados como: número e ano do processo, dados do requerente, localização da área, tamanho da área em hectares e dados sobre a poligonal das áreas. Além destas informações existe a opção de “baixar” os shapefiles (arquivos para serem trabalhados no ambiente ArcView) das áreas dos processos Minerários por Unidade da Federação (SIGMINE, 2013).

Neste estudo foram levantadas as áreas/processos cujos objetivos dos requerimentos junto ao Departamento Nacional de Produção Mineral – DNPM foram à produção de calcário agrícola. As áreas requeridas e licenciadas pelas empresas com cadastro no DNPM, nos municípios onde estão localizados os alvos deste projeto: Chupinguaia, Nova Brasilândia d’Oeste, Alto Alegre dos Parecis, Parecis, Pimenta Bueno e Espigão d’Oeste. As áreas dos processos podem ser visualizadas na (Tabela 7.1) de Processos Minerários. De acordo com dados do DNPM, na área de estudo existe (na data consultada: 11/07/2013) 466 processos minerários, destes, apenas 12 são destinados à produção de calcário.

Tabela 7.1 – Quantitativo de processos minerários “ativos” totais e os destinados apenas à mineração de calcário

Município	Total de Processos	Processos para Calcário
Chupinguaia	58	1
Nova Brasilândia d’Oeste	35	7
Parecis	29	0
Pimenta Bueno	180	3
Espigão D’Oeste	113	0
Alto Alegre dos Parecis	51	0

Fonte: DNPM

Nos processos que possuem área de poligonal abrangendo mais de um município foi usado o critério do município de maior área dentro da poligonal para definir os processos e seus respectivos municípios. Os estágios em que se encontram os processos registrados no DNPM destinados a produção de calcário (11 processos) estão declarados da seguinte forma: um em requerimento de pesquisa, oito em autorização de pesquisa e dois em concessão de lavra.

As fases atuais, destes processos, são apresentadas no Gráfico 7.1, enquanto que, o quantitativo de processos minerários “ativos”, totais e os destinados apenas à mineração de calcário por município da área de estudo são mostrados na Tabela 7.1.

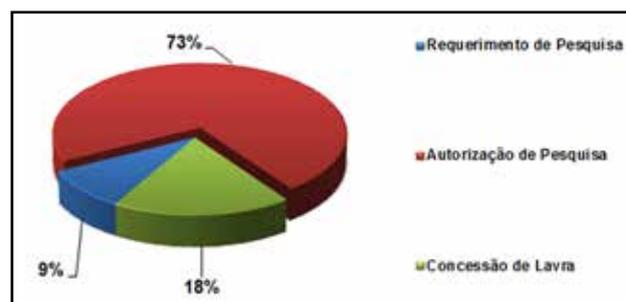


Gráfico 7.1 – Representação percentual das fases atuais dos processos minerários à produção de calcário agrícola na área de estudo. Fonte: DNPM.

Dentre os sete municípios estudados, os processos minerários registrados para a substância calcário estão distribuídos nas seguintes proporções: Nova Brasilândia d’Oeste (64%), Pimenta Bueno (27%) e Chupinguaia (9%).

Vale salientar que existem 15 processos em estágio de autorização de pesquisa para calcário dolomítico localizados fora dos alvos de estudo, nos municípios de Novo Horizonte do Oeste e Castanheiras, que fazem limites com o município de Nova Brasilândia. As áreas dos processos ativos, na área de estudo, foram plotadas juntamente com as áreas de proteção ambiental e de terras indígenas, como mostra a Figura 7.1.

7.1 - LEGISLAÇÃO MINERAL E AMBIENTAL.

Este tópico trata da legislação Mineral e Ambiental relativa ao aproveitamento de Calcário Agrícola. Na legislação mineral, é destacado o Regime de Licenciamento e o de Autorização e Concessão de Lavra. E para a Legislação Ambiental, o enfoque é sobre as orientações para requerimentos de licenças ambientais no Registro de Licença, na Autorização de Pesquisa, na Guia de Utilização e na Concessão de Lavra, que são fundamentais no regime regular de exploração deste bem mineral.

As informações aqui apresentadas foram obtidas no Guia do Minerador Regime de Licenciamento versão impressa e digital, adquiridas junto ao DNPM-PE e de publicações como: Manual de Agregados para Construção Civil.

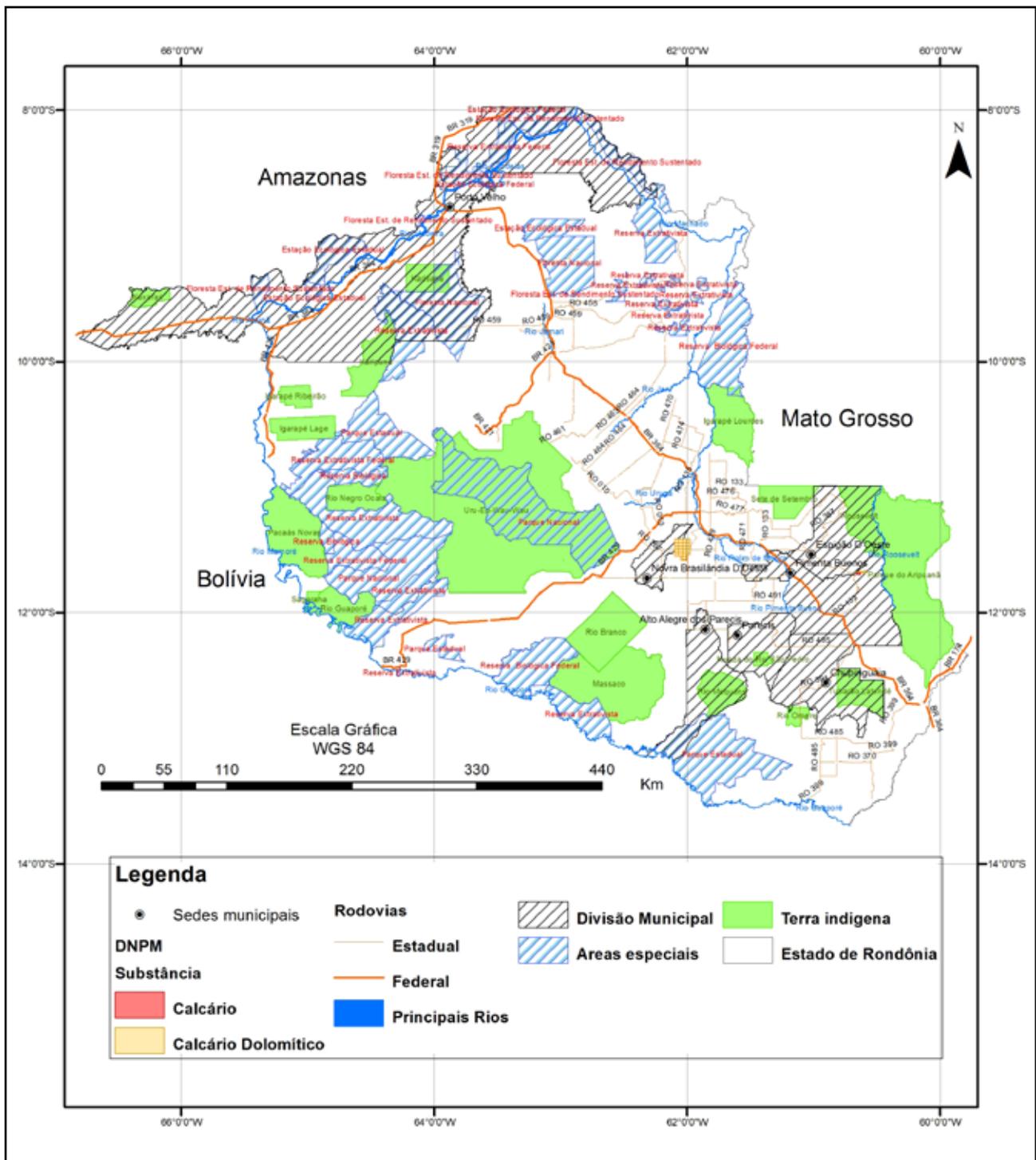


Figura 7.1 – Áreas dos processos ativos, na área de estudo juntamente com as áreas de proteção ambiental e de terras indígenas.

LEGISLAÇÃO MINERAL

De acordo com a Legislação Mineral o aproveitamento dos bens minerais areia para construção civil, cascalho para construção civil, saibro para construção civil, brita para construção civil, rochas calcárias para corretivo de solos e argila para cerâmica, desde que não sejam submetidos a processo industrial de beneficiamento nem se destinem como matéria-prima à indústria de transformação, está disciplinado pela Lei nº 6.567, de 24 de setembro de 1978, alterada pela Lei nº 8.982, de 25 de janeiro de 1995, e regulamentado pela Portaria DNPM nº 266, de 10 de julho de 2008.

REGIME DE LICENCIAMENTO

Este regime é especial e direcionado a seis substâncias – areia para construção civil, cascalho para construção civil, saibro para construção civil, brita para construção civil, rochas calcárias para corretivo de solos e argila para cerâmica. O aproveitamento mineral através desse não depende de prévios trabalhos de pesquisa e é facultado exclusivamente ao proprietário do solo ou a quem dele tiver a expressa autorização, salvo se a jazida estiver situada em imóveis pertencentes à pessoa jurídica de direito público, quando, nesta situação, o licenciamento ficará sujeito ao prévio assentimento

desta e, se for o caso, à audiência da autoridade federal sob cuja jurisdição se encontrar o imóvel.

REGIME DE AUTORIZAÇÃO E CONCESSÃO

Neste Regime o aproveitamento das substâncias minerais segue a regra geral do Código de Mineração, ou seja, estando livre a área de ocorrência mineral de emprego imediato na construção civil, será atribuído o Direito de Prioridade a quem primeiro protocolizar no DNPM, o seu Requerimento de Autorização de Pesquisa. Nestes termos o Direito de Prioridade é a precedência de entrada do Requerimento de Autorização de Pesquisa no protocolo do DNPM (para área considerada livre). Dessa forma se o Requerimento de Autorização de Pesquisa não estiver sujeito a indeferimento de plano, este adquire o Direito de Prioridade e em seguida será publicado o respectivo alvará de autorização de pesquisa, após as formalidades legais.

No Regime de Autorização e Concessão não há necessidade que o proprietário do solo autorize que sejam explotados agregados para a construção civil em sua propriedade superficiária, como ocorre no caso do Regime de Licenciamento.

NOVO MARCO REGULATÓRIO DA MINERAÇÃO

O governo Federal encaminhou ao Congresso Nacional no dia 19/6/13 o PL 5.807/13 que visa estabelecer o novo marco regulatório para o setor de mineração. O texto pretende revogar o vigente Código de Mineração, decreto lei 227/67, e dispõe sobre a atividade de mineração, cria o Conselho Nacional de Política Mineral e a Agência Nacional de Mineração. O setor de mineração funciona de acordo com o Código de Mineração Brasileiro, regulamentado em 1967. Alguns especialistas defendem que a lei é muito antiga isso torna o funcionamento do setor algo burocrático e predisposto a entravamentos e improdutividade. O novo código deve trazer mais celeridade e segurança jurídica para o setor. Além de modernizar as regras para o setor mineral, o novo marco também prevê mudanças na cobrança da Compensação Financeira pela Exploração

Mineral (CFEM) que devem dobrar a arrecadação do governo com o tributo que, só no ano de 2012, rendeu R\$ 1,8 bilhão aos cofres públicos. Dentre as principais alterações apresentadas, destacamos as apresentadas na Tabela 7.2.

Os bens minerais como: areia para construção civil, cascalho para construção civil, saibro para construção civil, brita para construção civil, rochas calcárias para corretivo de solos e argila para cerâmica poderão se beneficiar com estas mudanças, pois estão previstas menores alíquotas de CFEM para estes bens minerais.

7.2 - LEGISLAÇÃO AMBIENTAL

Para obtenção de direito mineral e posterior exploração de substâncias minerais de emprego imediato na construção civil, são necessárias três Licenças Ambientais indispensáveis: Licença Prévia - LP, Licença de Instalação - LI e Licença de Operação - LO, seja através do Regime de Licenciamento, seja através do Regime de Autorização e Concessão. É indispensável o licenciamento ambiental para a outorga e publicação do Registro de Licenciamento. Ele está disciplinado pela Resolução CONAMA nº 10, de 6 de dezembro de 1990, que também disciplina a solicitação da Licença Prévia - LP, de Instalação - LI e de Operação - LO, e exige a apresentação dos documentos pertinentes, conforme o tipo ou fase em que se encontre o empreendimento.

Em função de sua natureza, localização, porte e demais peculiaridades e a critério do órgão ambiental competente, o empreendimento poderá ser dispensado de apresentar os Estudos de Impacto Ambiental - EIA e respectivo Relatório de Impacto Ambiental - RIMA, que é o caso do aproveitamento dos agregados para construção civil, uma vez que, normalmente, este setor da mineração não promove dano muito significativo ao meio ambiente. Na hipótese da dispensa de apresentação dos EIA/RIMA, o minerador deverá apresentar um Relatório de Controle Ambiental - RCA, elaborado de acordo com as exigências estabelecidas pelo órgão ambiental.

Tabela 7.2 – Principais alterações apresentadas no novo marco regulatório da mineração Brasileira.

	Código Atual	Novo Código
Órgãos Federais	DNPM – Departamento Nacional de Produção Mineral.	ANM - Agência Nacional de Mineração e o Conselho Nacional de Política Mineral
Direitos de pesquisa de exploração	Direito de Prioridade (ganha a empresa que requerer antes o direito)	Por licitação e chamada pública
Prazo para exploração	Não existe (na prática, até o esgotamento dos recursos)	40 anos renováveis por mais 20 anos
CEFEM: base de cálculo	Faturamento Líquido	Faturamento bruto
CEFEM: alíquotas	De 0,2 % a 2%	De 0% a 4%

Fonte: MME, 2013.

A Licença Prévia deverá ser requerida ao órgão ambiental, nesta ocasião, o minerador deverá apresentar os Estudos de Impacto Ambiental com o respectivo Relatório de Impacto Ambiental ou o Relatório de Controle Ambiental e demais documentos necessários. Depois da análise por parte do órgão ambiental competente, sairá à decisão sobre a concessão da Licença Prévia.

De posse do Plano de Controle Ambiental – PCA, contendo os projetos executivos de minimização dos impactos ambientais, que foram avaliados na etapa da Licença Prévia, o minerador deverá apresentá-lo ao órgão ambiental competente, para requerer a Licença de Instalação, acompanhado dos demais documentos exigidos. O órgão ambiental analisa a documentação apresentada e decide sobre o fornecimento da Licença de Instalação.

Ainda se necessário, será solicitado ao minerador à autorização de desmatamento, nos termos da Lei nº 11.284, de 2 de março de 2006. Após análise e aprovação da documentação, o órgão ambiental competente expedirá a Licença de Instalação – LI e o registro de licença será então outorgado e publicado pelo DNPM, isso depois da apresentação da Licença de Instalação. Depois de obter o Registro de Licença e implantação dos projetos previstos no Plano de Controle Ambiental - PCA, o minerador é orientado a requerer a Licença de Operação, apresentando a documentação obrigatória.

O órgão ambiental irá verificar a implantação dos projetos constantes do Plano de Controle Ambiental - PCA e analisar a documentação pertinente, diante disso, decidirá sobre a concessão da Licença de Operação. Se o órgão ambiental competente negar a Licença, em qualquer uma das modalidades, deverá comunicar o fato ao minerador e ao DNPM, com informações sobre os motivos do indeferimento, porém, dessa decisão cabe recurso.

Caso a licença for concedida, o Titular do Registro de Licença poderá iniciar a extração e comercialização dos agregados para a construção civil. Vale lembrar que o mesmo só poderá extrair e comercializar seus produtos, após a obtenção da Licença de Operação.

Quanto a Autorização de Pesquisa, a outorga e publicação do alvará de autorização não dependem de prévio licenciamento ambiental, mesmo que a área pleiteada esteja dentro de uma Unidade de Conservação Ambiental. No entanto, para casos como este, o Titular da Autorização depende de prévia autorização do órgão ambiental, para poder iniciar os trabalhos de prospecção mineral, conforme prever o artigo 17, da Lei 7.805, de 18 de julho de 1989. Se durante a vigência do alvará de Autorização de Pesquisa, o respectivo titular pretender extrair e comercializar o bem mineral, previamente, deverá obter guia de utilização, fornecida pelo DNPM.

O licenciamento ambiental necessário para a outorga de guia de utilização para explorar e comercializar agregados para a construção civil, está disciplinado pela Resolução CONAMA nº 9, de 6 de dezembro de 1990. Já no caso da Concessão de Lavra, a outorga e publicação da Portaria de Concessão dependem de prévio licenciamento (Licença Prévia - LP, da Licença de Instalação - LI e da Licença de Operação - LO), estando à área objetivada dentro ou fora de Unidade de Conservação Ambiental, nos termos do artigo 16, da Lei nº 7.805, de 18 de julho de 1989.

Contudo, se a área estiver fora de Unidade de Conservação Ambiental, basta a Licença de Instalação para que a Portaria de Concessão de Lavra seja outorgada e publicada, conforme o artigo 6º, da Resolução CONAMA nº 9, de 6 de dezembro de 1990. Essa exigência também está presente no § 1º, do artigo 1º, da Resolução CONAMA nº 237, de 19 de dezembro de 1997.

8 – DIAGNÓSTICO TÉCNICO-ECONÔMICO

Considerando a relevante riqueza mineral que o Estado de Rondônia possui e ao mesmo tempo a grande aptidão por calcário agrícola, uma vez que o mesmo é reconhecidamente, um dos Estados de maior vocação para o setor agropecuário do Brasil. Torna-se indispensável uma avaliação técnico-econômica deste setor no cenário atual e futuro, desta forma, foram levantadas informações sobre a exploração e suas particularidades, produção, áreas produtoras, consumo, reservas estimadas, preços praticados e os recursos humanos envolvidos. Diante das informações obtidas sobre a situação presente, foram feitas estimativas de demanda futura por matérias-primas minerais (calcário agrícola) no Estado de Rondônia. A divulgação dos dados gerados pela pesquisa visa estimular o desenvolvimento da economia mineral do Estado de Rondônia, uma vez que, este estudo poderá ser utilizado pelos setores público e privado no momento de estabelecerem prioridades nos respectivos planejamentos estratégicos, tornando-os mais eficazes.

8.1 - EXPLOTAÇÃO DE CALCÁRIO AGRÍCOLA NO ESTADO DE RONDÔNIA

A principal jazida de calcário em Rondônia é operada através de lavra a céu aberto, através de métodos e técnicas que possibilitem resultados satisfatórios em termos econômicos. Os métodos de lavra consistem num conjunto específico os trabalhos de planejamento, dimensionamento e execução de tarefas. Um aspecto importante no planejamento da lavra refere-se à necessidade de serem definidos os possíveis usos futuros da área minerada, uma vez concluída a atividade de lavra.

Um planejamento de lavra bem elaborado fornecerá o dimensionamento dos equipamentos e instalações, cálculo de custos, sequência de atividades, implicações econômicas do impacto ambiental e análise das condições hidrológicas. Um projeto de lavra bem elaborado deverá ser sempre baseado nos resultados obtidos, durante os trabalhos de pesquisa geológica e deverá fornecer o dimensionamento completo dos equipamentos e instalações, incluindo o cálculo de custos, a sequência de atividades, taxa de recuperação da pedreira, implicações econômicas.

A preocupação com a qualidade e o volume da matéria-prima produzida implica na necessidade do setor investir inicialmente na pesquisa geológica. Posteriormente deve-se investir em tecnologia de produção para reduzir os custos e aumentar a taxa de produtividade do empreendimento.

8.1.1 - Operação da Lavra e Beneficiamento na Mina Félix Fleury

Na mina Félix Fleury a lavra atualmente é desenvolvida a céu aberto, com auxílio de uma escavadeira Komatsu PC 200 LC, sobre esteiras, que escarifica o material friável, carregando posteriormente os caminhões basculantes. Não há construção de bancada visando uma exploração mais eficiente, também não são efetuadas as operações de perfuração e detonação (Figura 8.1).



Figura 8.1 – Escavadeira hidráulica, Komatsu PC 200 LC, utilizada na lavra de calcário da Companhia de Mineração de Rondônia – CMR.

Os caminhões carregados são direcionados a instalação de britagem, distante cerca de 500 m da frente de lavra, onde é produzido o pó calcário, utilizado como corretivo de solo. Praticamente só existe um operador de escavadeira e um motorista para estes trabalhos.

CARACTERÍSTICAS DA LAVRA, OBSERVADAS NAS ÁREAS PRODUTORAS DO ESTADO DE RONDÔNIA:

- capeamento: é necessária a remoção da cobertura estéril incluindo a vegetação nativa e a camada de solo orgânico;
- a lavra é realizada de forma bastante rudimentar;
- não há plano de lavra prevendo o sequenciamento das frentes de lavra, construção de bancadas e plano de fogo, visando o aproveitamento eficiente do material; e
- da mesma forma não são utilizados equipamentos de perfuração da rocha: carreta de perfuração/perfuratriz (*rock drill*);

CARACTERÍSTICAS DO BENEFICIAMENTO E DA EXPEDIÇÃO:

O material proveniente da jazida é descarregado diretamente em dois alimentadores conforme apresentado na Figura 8.2. Em seguida o material é direcionado para dois britadores de mandíbulas (BRITERPA 40X65 e FORLAN 40X60), onde o material britado segue através de uma correia transportadora a uma peneira vibratória (Figura 8.4).

O *undersize* (o material passante no sistema de *peneiramento*) fica acumulado para utilização em recuperação de estrada e/ou aterro (Figura 8.4).

O *oversize* (o material retido no sistema de *peneiramento*) é conduzido por correia transportadora para uma pilha pulmão que é responsável pela alimentação seguinte de dois rebritadores de mandíbulas modelo: 90.26 FAÇO (Figura 8.5 e Figura 8.6).



Figura 8.2 – Descarregamento do material proveniente da lavra nos alimentadores dos britadores de mandíbulas, na usina antiga da Companhia de Mineração de Rondônia – CMR.



Figura 8.3 – Britadores de mandíbulas BRITERPA 40X65 e FORLAN 40X60, utilizados na etapa inicial de fragmentação do calcário agrícola na usina antiga da Companhia de Mineração de Rondônia – CMR.



Figura 8.4 – Undersize da peneira vibratória sendo depositado na pilha de estoque temporária, antes de ser utilizado em recuperação de estrada e/ou aterro.



Figura 8.5 – Rebritadores modelo 90.26 FAÇO, do material proveniente da peneira vibratória (*oversize*).



Figura 8.6 – Pilha pulmão onde o material é estocado antes de ser transportado por correias até os moinhos de matelos.

Posteriormente, o material segue por meio de correia transportadora a uma peneira objetivando a retirada de pó de pedra e terra. Após esta fase, o material é conduzido por meio de correia transportadora a dois moinhos de martelos IMETEC 120 B9 (Figura 8.7).



Figura 8.7 – Moinhos de martelos IMETEC 120 B 9, etapa de moagem antes da estocagem do produto final, na usina antiga da Companhia de Mineração de Rondônia – CMR.

Por fim, material proveniente da etapa de moagem é depositado em pilha dentro de um galpão, com capacidade para cerca de 10.000 t. Todo este circuito é controlado automaticamente, em duas cabines de comando. Posteriormente o material é comercialização, etapa de expedição (Figura 8.8 e Figura 8.9).



Figura 8.8 – Cabine de comando do circuito de beneficiamento da usina antiga da Companhia de Mineração de Rondônia – CMR.



Figura 8.9 – Galpão de depósito do produto e expedição, etapa final de produção da antiga usina da Companhia de Mineração de Rondônia – CMR.

8.2 - PRODUÇÃO DE CALCÁRIO AGRÍCOLA

8.2.1 - Produção de Calcário Agrícola no Brasil

A partir da década de 1970, iniciou-se a implantação da indústria propriamente dita de calcário agrícola no Brasil, onde em 1973, sua produção era de 3,7 milhões de toneladas com uma capacidade instalada de 6,8 milhões de toneladas/ano. Com a implantação do Programa Nacional de Fertilizantes e Calcário Agrícola (PNFCA), formado por um subprograma para fertilizantes e outro para calcário agrícola, o PROCAL no período de 1975 e 1979, o Governo Federal conseguiu estimular o crescimento da oferta. O objetivo do programa era estimular a oferta industrial de calcário e incrementar o seu consumo por meio de financiamento aos agricultores por linha especial de crédito.

Esse programa permitiu que o parque produtor de calcário agrícola fosse ampliado substancialmente entre as décadas de 70 e 80. Neste período o número de usinas passou de 244, em 1976, para 391 unidades em 1989 e uma capacidade instalada de 49 milhões de toneladas (BECKER, *et al.*, 1996; LOPES *et al.*, 1990, *In*: FERREIRA & SANTOS, 1992). Novas propostas de políticas públicas para aumento do consumo e produção de calcário agrícola foram sugeridas na década de 90 pela Associação Brasileira dos Produtores de Calcário Agrícola (ABRACAL) através da formulação do Plano Nacional de Calcário Agrícola (PLANACAL) (BECKER *et al.*, 1996).

Entre os anos de 1998 e 2002, foi criado o Programa de Incentivo ao Uso de Corretivos de Solos (PROSOLO) pelo Banco Central e operacionalizado pelo BNDES. A finalidade do programa era aumentar a produtividade da agricultura no Brasil, através do uso adequado de corretivos de solos. Na última década (2000), o Banco Central criou outro instrumento de estímulo, no sentido de ampliar o uso de corretivo de solo em pastagens, denominado de Programa Nacional de Recuperação de Pastagens Degradadas (PROPASTO) (HAHAS;SEVERINO, 2003).

A partir do Plano Agrícola e Pecuário 2011/2012, dois programas do governo federal passaram a incentivar o uso do calcário agrícola no solo: o Programa de Modernização da Agricultura e Conservação dos Recursos Naturais (MODERAGRO) e o Programa para Redução da Emissão de Gases de Efeito Estufa na Agricultura (Programa ABC). O MODERAGRO é destinado a produtores rurais (pessoas físicas ou jurídicas) e suas cooperativas, inclusive para repasse a seus cooperados, podendo ser financiada, entre outras, a aquisição, transporte, aplicação e incorporação de corretivos (calcário, gesso e outros) da acidez do solo.

O volume de recursos é de R\$ 850 milhões com limite de crédito de até R\$ 600 mil, quando se tratar de crédito individual, e de R\$ 1,8 milhão, para o empreendimento coletivo, respeitado o limite individual por participante. A taxa de juros é de 5,5%

ao ano com prazo de reembolso de até 10 anos, incluída a carência de até 3 anos. No atual contexto, a produção de calcário agrícola tem atraído novos investidores por todo Brasil. A produção nacional de calcário agrícola entre os anos de 2002 e 2012 apresentou considerável aumento de oferta, saindo de 22,4 milhões de toneladas/ano para 35,3 milhões de toneladas/ano, representando uma taxa média de crescimento de 4,65% ao ano (Gráfico 8-1).

No que concerne à participação dos estados brasileiros na produção de calcário agrícola, entre os anos de 2002 e 2012, os principais produtores foram Mato Grosso, Paraná, Minas Gerais, Goiás, São Paulo e Rio Grande do Sul, figurando como os principais estados produtores, responsáveis por cerca de 78% da produção nacional em 2012 (Gráfico 8-2).

O consumo aparente de calcário agrícola no país, de 2002 a 2012, foi realizado principalmente pelos estados de Mato Grosso, Minas Gerais, São Paulo, Paraná e Mato Grosso do Sul, Goiás e Rio Grande do Sul, que responderam por cerca de 80% do consumo no país (Gráfico 8-3). O consumo interno aparente no período de 2002 e 2012 ocorreu a uma taxa média de crescimento de 4,35% ao ano, saindo de 22,2 milhões de toneladas/ano para 34,0 milhões de toneladas/ano. Mas vale salientar que, o consumo de calcário agrícola, principal produto utilizado para corrigir a acidez dos solos, não tem acompanhado a evolução do consumo dos fertilizantes agrícolas, os quais somente são plenamente potencializados quando o solo recebe calagem adequada, o que não vem ocorrendo, em geral, na agricultura brasileira.

8.2.2 - Produção de Calcário Agrícola no Estado de Rondônia

No Estado de Rondônia a produção de calcário agrícola é bastante tímida, como já frisado anteriormente, só existe uma unidade de produção localizada no município de Pimenta Bueno, com a capacidade instalada de 36.0000 toneladas/ano. Unidade pertencente à Companhia de Mineração de Rondônia (CMR). A produção média no triênio (2010-2012) foi de 13.360 toneladas/ano. Em 2012 a ociosidade do circuito de cominuição foi de 59%.

Em fase de instalação, encontra-se uma nova planta de beneficiamento que irá permitir alcançar a produção de 400.000 toneladas/ano. Esta nova planta visa atender o apelo do empresariado do setor agropecuário da região, que de certo minimizará os custos atualmente empregados tanto na agricultura quanto na pecuária. Com o início da produção da nova planta, prevista para segundo semestre de 2014, as atividades da antiga usina serão paralizadas.

De acordo com as informações prestadas pela equipe técnica da Companhia de Mineração de Rondônia – CMR, também há previsão de ampliação da capacidade instalada da nova planta, elevando de 400.000 toneladas/ano para 600.000 toneladas/ano (com aquisição de um britador móvel com capacidade igual ao fixo; e também novos moinhos, com previsão de operação desta ampliação no primeiro semestre de 2014).

Os fluxos esquemáticos do circuito de cominuição da produção de calcário agrícola da antiga usina e da nova planta são apresentados na Figura 8.10 e Figura 8.11.

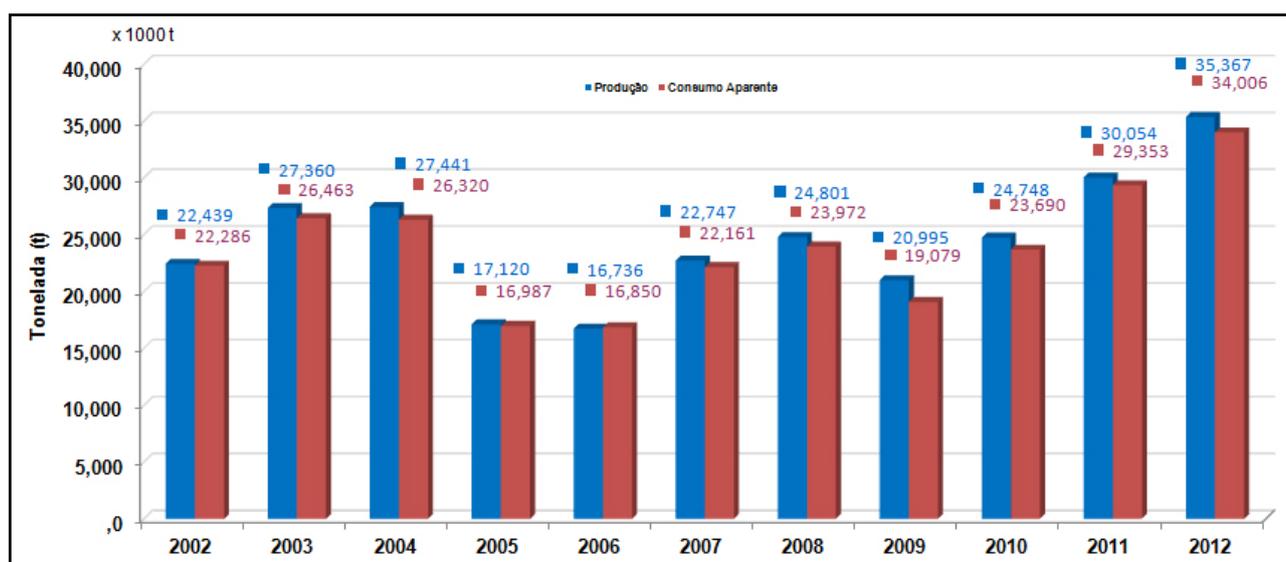


Gráfico 8.1 – Participação dos estados na produção de calcário agrícola no Brasil entre os anos de 2002 a 2012 (CONAB, 2013).

Fonte: CONAB (2013). ABRACAL/MAPA (2013).

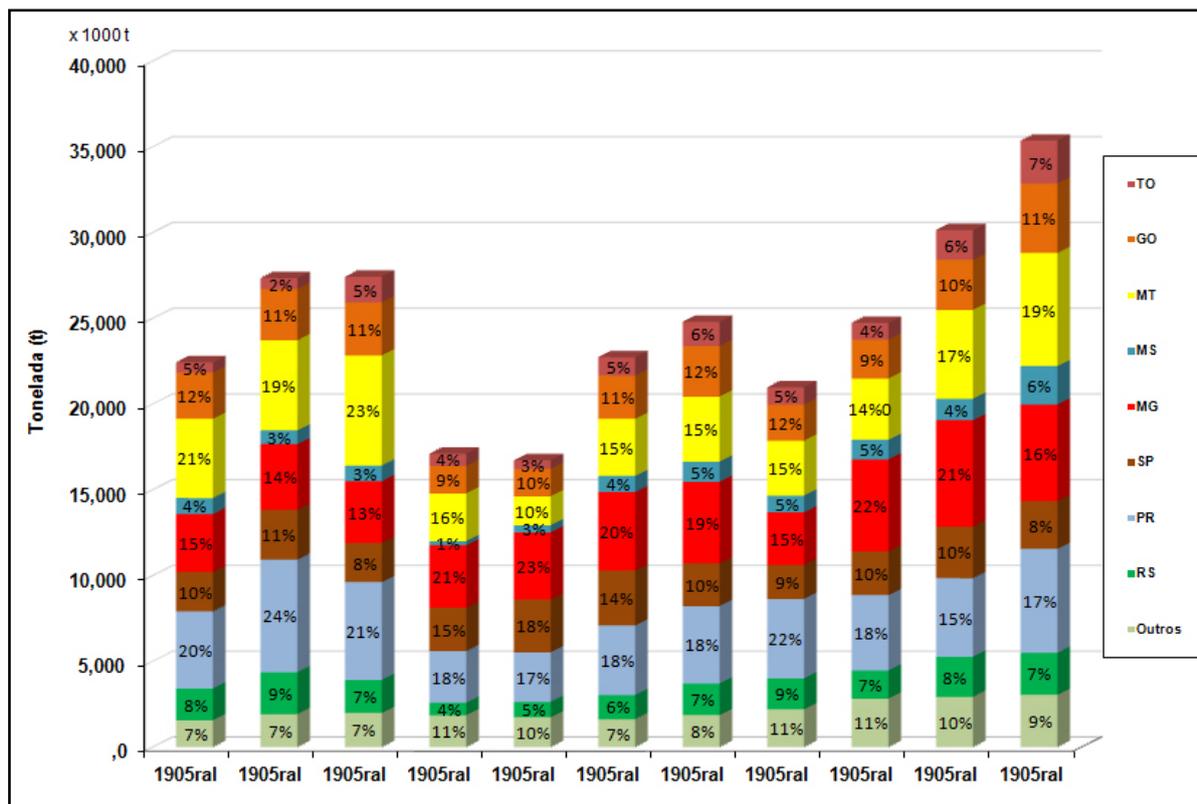


Gráfico 8.2 – Participação dos estados na produção de calcário agrícola no Brasil entre os anos de 2002 a 2012 (CONAB, 2013)
 Fonte: CONAB (2013). ABRACAL/MAPA (2013).

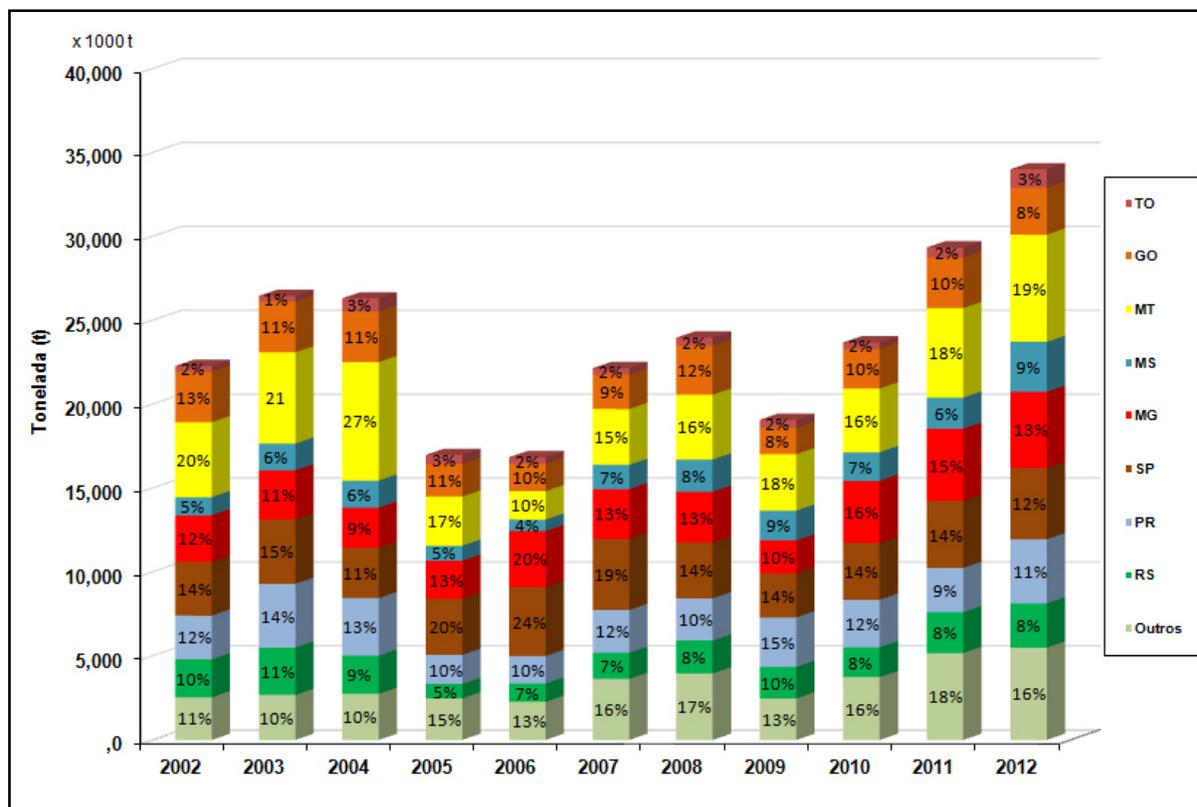


Gráfico 8.3 – Participação dos estados no consumo aparente de calcário agrícola no Brasil entre os anos de 2002 a 2012 (CONAB, 2013)
 Fonte: CONAB (2013). ABRACAL/MAPA (2013).

O recurso humano envolvido na produção, da antiga usina, é de apenas 11 empregados, entre administrativo e operacional. Com um turno de

trabalho de 8 horas/dia de operação. A unidade antiga conta com quatro máquinas: uma escavadeira hidráulica, uma pá-carregadeira e dois caminhões.

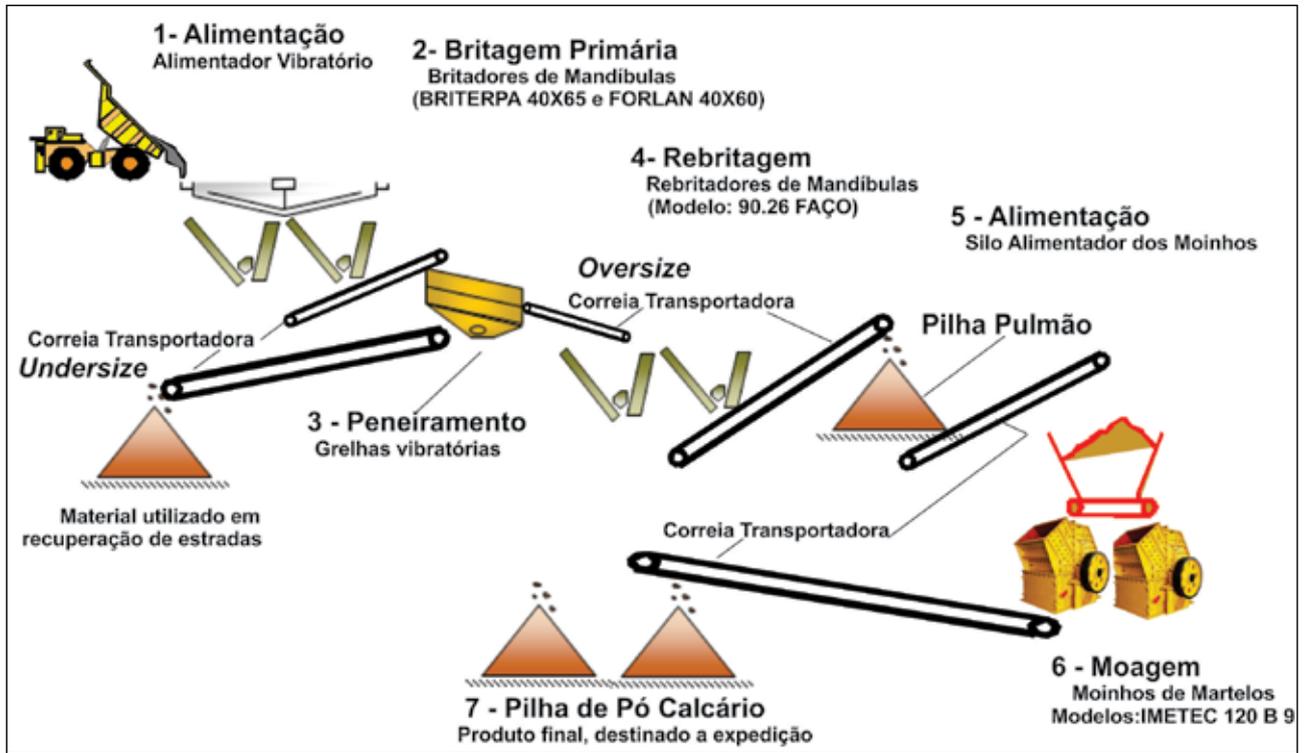


Figura 8.10 – Fluxo esquemático do circuito de cominuição da antiga usina da Companhia de Mineração de Rondônia – CMR.

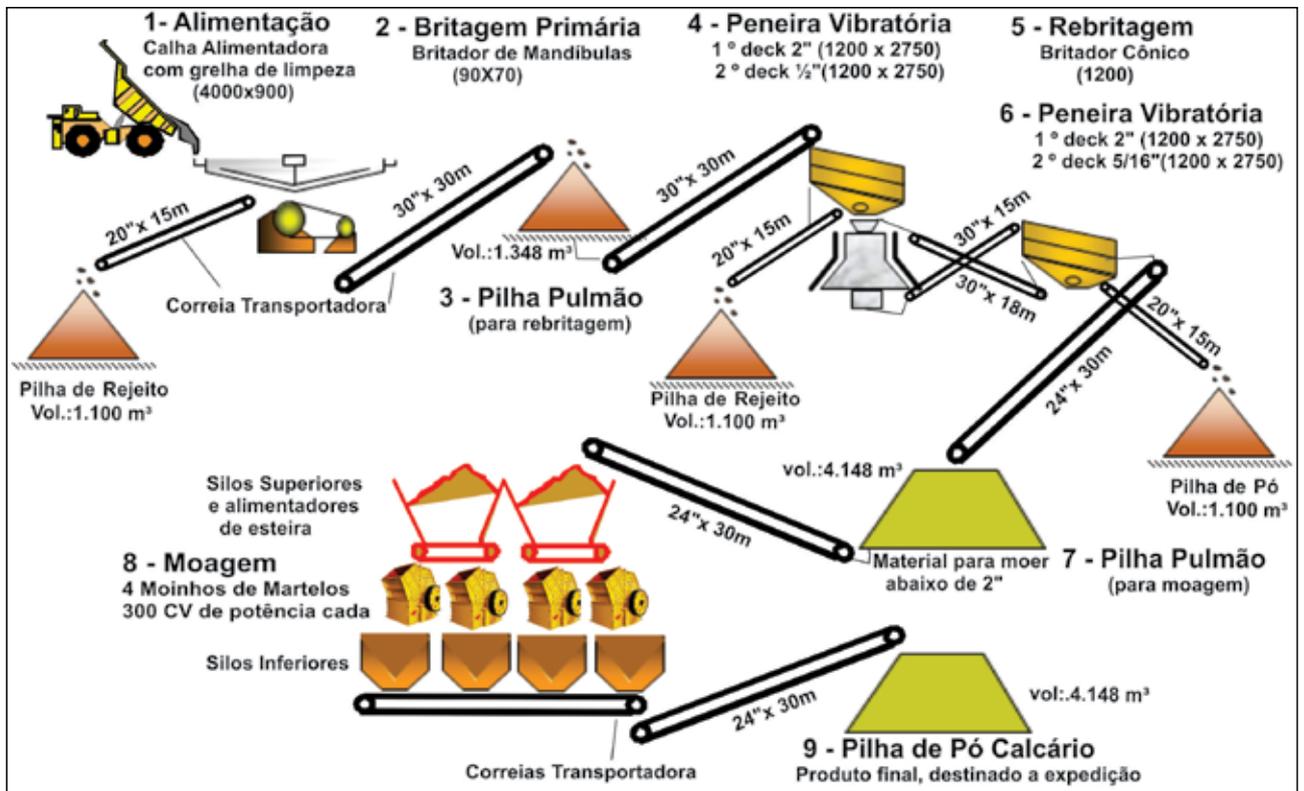


Figura 8.11 – Fluxo esquemático da etapa de beneficiamento da nova planta da Companhia de Mineração de Rondônia – CMR.

A capacidade de britagem pode ser modificada nos britadores de mandíbulas através da alteração da abertura das mandíbulas, no entanto, nos circuitos de cominuição, o sistema de moagem define a capacidade de produção de todo processo e, portanto, é peça fundamental na quantidade a ser produzida. Outra variável que podem modificar a eficiência dos moinhos é a vida útil dos martelos, esta depende da resistência dos materiais à ruptura.

Variações na capacidade de moagem também podem ser obtidas através da regulagem na abertura das grelhas dos moinhos. Vale salientar que este procedimento causa modificações na qualidade do pó calcário devido a modificações em sua granulometria, podendo ser aplicado, desde que se mantenham as garantias e valores do Poder Relativo de Neutralização Total – PRNT, exigidos pela legislação do setor, e atenda aos padrões do mercado. A quantidade e a potência dos motores elétricos, que acionam os moinhos, também, alteram a capacidade do sistema de moagem.

CONSUMO DE ENERGIA

Nas minas de calcário, os principais equipamentos são movidos por motores a diesel e, nas usinas de beneficiamento, os equipamentos, principalmente os moinhos e demais equipamentos, são movidos por motores elétricos. A demanda por energia aumenta, partindo das áreas de mineração, seguindo em direção às áreas de beneficiamento. Neste sentido, enquanto operações de desmonte de rocha com explosivos consomem cerca de 0,1 kWh/t, em britadores o índice eleva-se para magnitudes de 1 kWh/t, atingindo valores da ordem de 10 kWh/t em circuitos de moagem.

Para atender ao crescimento no consumo de energia, a SEAGRI-RO investiu na substituição e ampliação de sua planta elétrica. Foram adquiridos com recursos da SEAGRI e repassados para a Usina de Calcário da CMR, 3 transformadores de 500 kVA cada, totalizando 1500 kVA. Num valor total R\$ 430.000,00 (quatrocentos e trinta mil reais). Ainda serão adquiridos mais 2 transformadores totalizando 2500 kVA de capacidade energética. Com isso, aumentará o suprimento de energia e trará maior confiabilidade ao sistema. Os novos transformadores serão instalados na área da nova planta/usina, em Pimenta Bueno. A demanda por energia crescerá bastante, sendo necessária uma adequação da infraestrutura elétrica à nova realidade da indústria de pó calcário.

8.3 - QUALIDADE DO PRODUTO

Um dos mais importantes insumos minerais para a agricultura é o calcário agrícola, usado como corretivo da acidez do solo, já que, a acidez influi na toxidez de alguns elementos e na disponibilidade de nutrientes para as plantas, os existentes no solo e os dos fertilizantes incorporados.

A calagem (etapa do preparo do solo para cultivo agrícola na qual se aplica calcário) nada mais é do que a incorporação ao solo de calcário finamente moído. O efeito da calagem perdura no solo por cerca de 2 a 5 anos. A maioria dos solos brasileiros são ácidos, seja pela sua própria natureza ou em decorrência do uso de sistemas de irrigação ou até mesmo por conta do seu uso contínuo. Os solos do Estado de Rondônia não foge esta regra. As culturas em geral são tolerantes à acidez, ou seja, seu desenvolvimento não é impedido. No entanto, é no ambiente de neutralidade que as plantas adquirem máxima produtividade. De acordo com o Decreto n.º 4.954 de 14 de janeiro de 2004 que aprovou o Regulamento da Lei n.º 6.894, de 16 de dezembro de 1980, que dispõe sobre a inspeção e fiscalização da produção e do comércio de fertilizantes, corretivos, inoculantes ou biofertilizantes destinados à agricultura.

Os corretivos são produtos de natureza inorgânica, orgânica ou ambas, usados para melhorar as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, isoladas ou cumulativamente, ou como meios para o crescimento de plantas, não tendo em conta seus valores como fertilizantes, incluindo a condição de não produzirem características prejudiciais ao solo e aos vegetais. Além disso, estabelece que os corretivos de acidez sejam os produtos que promovem a correção da acidez do solo, além de fornecerem cálcio, magnésio ou ambos. A Instrução Normativa n.º 35, de 04 de julho de 2006, da Secretaria de Defesa Agropecuária – SDA do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA, aprovou normas relativas ao decreto n.º 4.954/2004, entre elas especificações para os corretivos de acidez dos solos, conforme são apresentadas na Tabela 8.1.

Tabela 8.1 – Especificações para os corretivos de acidez dos solos Brasileiros.

Material Corretivo de Acidez	PN (% e CaCO ₃) Mínimo	Soma (% CaO + MgO)	PRNT Mínimo
Calcário agrícola	67	38	45
Calcário calcinado agrícola	80	43	54
Cal hidratada agrícola	94	50	90
Cal virgem agrícola	125	68	120
Parâmetros de referências para outros corretivos de acidez	67	38	45

Fonte: DNPM, 2009.

De acordo com a Tabela 8.1, para que um material seja classificado como corretivo de acidez, alguns condicionantes devem ser observados:

1. O Poder de Neutralização – PN: é a capacidade potencial do corretivo em neutralizar ácidos e é expressa em teor de neutralizante equivalente

ao carbonato de cálcio (% E CaCO₃) presente na amostra, cujos métodos analíticos estão previstos na Instrução Normativa SDA nº 28, de 27 de julho de 2007.

2. O teor em óxidos de cálcio e magnésio; e
3. O Poder Relativo de Neutralização Total – PRNT: calcula a eficiência de calcários corretivos agrícolas e é estabelecido em relação ao PN e à Reatividade das partículas – RE. Essa é calculada a partir da granulometria do corretivo. Reatividade zero para a fração retida na peneira ABNT n.º 10; reatividade 20% para a fração que passa na peneira ABNT n.º 10 e fica retida na peneira ABNT n.º 20; reatividade 60% para a fração que passa na peneira ABNT n.º 20 e fica retida na peneira ABNT n.º 50; e reatividade 100% para a fração que passa na peneira ABNT n.º 50.

A legislação brasileira de corretivos admite as seguintes faixas, na comercialização de um calcário agrícola:

Faixa A - calcário com PRNT entre 45,0 e 60,0 %;

Faixa B - calcário com PRNT entre 60,1 e 75,0%;

Faixa C - calcário com PRNT entre 75,1 e 90,0 %;

Faixa D - calcário com PRNT superior a 90,0 %;

Calcários com PRNT menor que 45% não podem ser comercializados.

Fonte: *BLOGSPOT Agronomia com Gismonti*. Disponível em:

<http://agronomiacomgismonti.blogspot.com.br/2011/06/qual-importancia-do-prnt-do-calcario.html>.

De acordo com o resultado analítico do produto comercializado pela Companhia de Mineração de Rondônia – CMR, conforme o

Quadro 8.1, se trata de um produto bastante competitivo. Vale salientar, que a nova planta será mais moderna e com isso possibilitará o aumento do PRNT para algo próximo de 100%.

Quadro 8.1 – Especificações do produto comercializado pela Companhia de Mineração de Rondônia – CMR.

Composição Granulométrica (%)	Características (%)
> 10 10 - 20 20 - 50 < 50	CaO MgO PN RE PRNT
0,1 0,8 7,1 92,0	25,5 17,4 86,3 96,4 83,2

Fonte: CMR.

8.4 - CONSUMO E PREÇOS PRATICADOS

Os níveis da demanda interna de calcário agrícola de cada Unidade da Federação são bastante semelhantes aos da sua produção. Razões para tal podem ser explicadas tanto pelo fato de ser um produto relativamente barato, quanto à quase inexistência do comércio exterior da substância. Nestes termos, o volume de calcário agrícola produzido é aproximadamente igual a volume consumido. Dessa forma, o conceito a ser utilizado para interpretações estatísticas é o

de “produção consumida de calcário agrícola”. O consumo de calcário agrícola não tem acompanhado a evolução do consumo dos fertilizantes agrícolas, os quais somente são plenamente potencializados quando o solo recebe calagem adequada, o que não ocorre, em geral, na agricultura brasileira. Isto sugere que o consumo de calcário agrícola está muito abaixo do ideal e, caso o setor desenvolva uma maior consciência da importância e dos benefícios da calagem, o consumo de calcário agrícola poderá crescer significativamente, no futuro. De acordo com dados oficiais, a produção consumida de calcário agrícola no Estado de Rondônia, no quinquênio 2009-2014, atendida pela movimentação interestadual de calcário agrícola da produção mato-grossense, somada a produção do Estado de Rondônia, cuja empresa responsável é a CMR, totalizando em 2013, 17.830 toneladas. O Quadro 8.2 apresenta a produção oficial consumida no Estado de Rondônia nos últimos 5 anos, tanto do calcário produzindo no próprio Estado, quanto do proveniente do Mato Grosso (movimentação interestadual).

A partir dos números mostrados no Quadro 8.2, deduz-se que o consumo de calcário agrícola no Estado de Rondônia ainda é incipiente, e precisa de incentivos, de forma a promover cada vez mais o consumo deste bem mineral, que é indispensável para ganho de produtividade. Uma atenção especial deve ser dada aos pequenos proprietários, de forma a subsidia-los técnica e economicamente, já que, embora o preço de calcário agrícola seja relativamente barato, o custo de transporte, a falta de conhecimento dos benefícios na utilização deste bem mineral e até o baixo poder aquisitivo da maioria dos agricultores, contribui muito para este baixo consumo.

No período analisado (2009-2013) os municípios que mais se destacaram no consumo de calcário agrícola, foram os municípios de Ji-Paraná (28%), Corumbiara (11,5%), Porto Velho (11,3%) e Ariquemes (9,7%) como mostra a Figura 8.12

O preço do calcário agrícola pago pelos agricultores do Estado de Rondônia é bastante penalizado pelo custo do transporte (frete). Este fato é constatado com as variações nos preços do calcário movimentado das regiões produtoras localizadas no Estado do Mato Grosso (municípios de Cáceres, Nobres, Rosário do Oeste e outros) para o Estado de Rondônia. Com isso, por exemplo, o preço (FOB, a granel) médio da tonelada de calcário agrícola que no Mato Grosso é vendida por R\$ 34,00 (preço médio de 2012, de acordo com dados da Associação Brasileira dos Produtores de Calcário Agrícola – ABRACAL), com a inclusão do custo do frete, o preço final pode alcançar o valor de R\$ 244,00 por tonelada, dependendo da região do Estado de Rondônia em que o produto será entregue (Quadro 8.3).

É considerável a diferença no custo final de aquisição do calcário agrícola, quando se compara o preço (FOB) do produto da antiga usina da CMR, no Município de Pimenta Bueno, e o custo do frete para

Quadro 8.2 – Movimentação oficial das entradas de calcário Agrícola no Estado de Rondônia, provenientes do Estado do Mato Grosso mais a produção interna do Estado no Quinquênio 2009-2013.

Parâmetro	Ano 2009	Ano 2010	Ano 2011	Ano 2012	Ano 2013
Proveniente do Mato Grosso Valores em Toneladas	7.458	24.715	564	169	1.344
Produção da CMR Valores em Toneladas	-	17.611	7.587	14.879	16.486
Total	7.458	24.732	8.151	15.048	17.830

Fontes: SEFIN – Secretaria de Finanças de Rondônia, através do núcleo de Estudos Econômicos e Tributário. Companhia de Mineração do Estado de Rondônia – CMR.

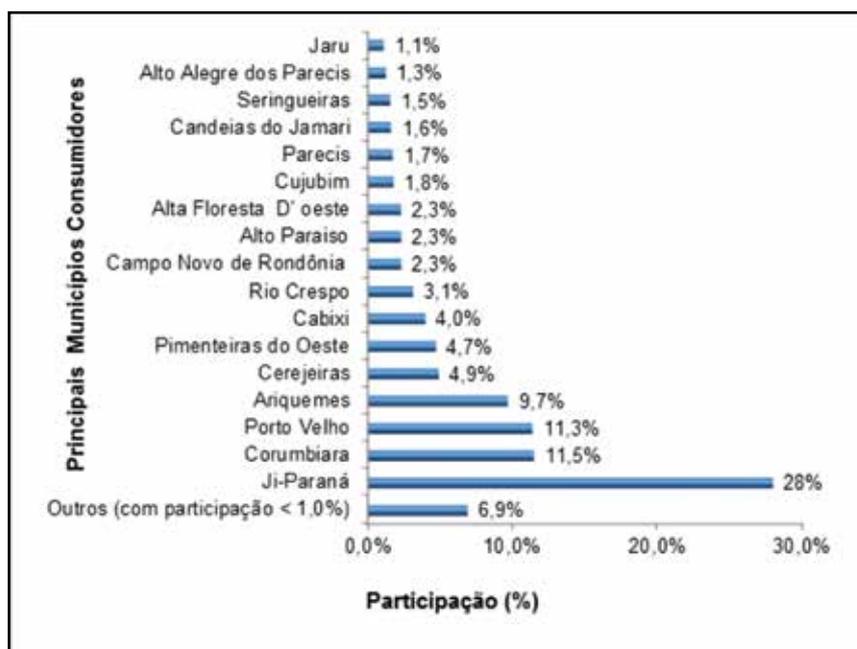


Figura 8.12 – Participação dos municípios no consumo das entradas de calcário agrícola no Estado de Rondônia, no quinquênio 2009-2013.

Quadro 8.3 – Custo médio de transporte (frete) de calcário agrícola, pago por produtores do Estado de Rondônia.
Notas: – Cone Sul/RO: denominação da região do Estado de Rondônia, composta pelos municípios: Vilhena, Pimenta Bueno, Espigão do Oeste, Chupinguaia, Colorado d'Oeste, Cabixi, Cerejeiras, Pimenteiras d'Oeste, Corumbiara e Parecis; – Ponta do Abunã: Região de fronteira entre Rondônia e o Acre.

Origem da Carga	Destino da Carga	Custo de Transporte (Frete, R\$/t)
Usina da CMR em Pimenta Bueno	Município de Porto Velho	80,00
Usina da CMR em Pimenta Bueno	Ponta do Abunã	150,00
Usina da CMR em Pimenta Bueno	Cone Sul/RO	40,00
Município de Cáceres (Estado do Mato Grosso)	Cone Sul/RO	100,00
Município de Cáceres (Estado do Mato Grosso)	Ponta do Abunã	210,00

entrega dentro do próprio Estado com o produto oriundo do Mato Grosso. Além de possuir custo de transporte menor (menor distância), o preço médio da tonelada de calcário também é competitivo, vendida por R\$ 40,00 a tonelada (FOB).

Este é um dos grandes motivos para uma atenção especial que esta atividade precisa, no sentido de implementar soluções para desenvolvimento do setor produtivo de calcário agrícola no Estado de

Rondônia. O calcário produzido no Estado do Mato Grosso normalmente é transportado para o Estado de Rondônia, através da BR-364, por carretas (27 toneladas), bi-trens (27, 37 ou 40 toneladas) ou rodotrem (52-53 toneladas).

8.5 - USO DO CALCÁRIO NA AGRICULTURA

O calcário agrícola é um dos principais usos do calcário produzido no Brasil e no mundo.

De acordo com o DNPM, em 2012, os principais estados produtores, responsáveis por cerca de 63% da produção nacional, foram: Mato Grosso (21,2%), Minas Gerais (15,2%), Paraná (14,4%) e Goiás (11,9%). O calcário moído e seus produtos, cal virgem e hidratada, escória, dentre outros, são aplicados no solo para corrigir a acidez e promover o crescimento das plantas. O termo calcário agrícola inclui esses produtos coletivamente, conhecidos como corretivos, onde estes são utilizados sob a forma de pó, no intuito de aumentar sua reatividade e assimilação pelo solo. Quanto maior for o teor de CaCO_3 , menor será a quantidade necessária. Os materiais calcários mais utilizados como calcário agrícola, na correção de acidez dos solos, são: a cal virgem (óxido de cálcio - CaO), obtida a partir da calcinação do calcário; a cal hidratada [Ca(OH)_2], também conhecida como cal apagada ou de construção, obtida a partir da hidratação da cal virgem; o calcário calcítico (CaCO_3); o calcário magnesiano dolomítico [$\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$]; os calcários parcialmente calcinados, geralmente produzidos em instalações menores e menos sofisticadas.

É possível dobrar a produtividade de uma área, em poucos anos, com a utilização da técnica de calagem, que é considerada simples, barata e acessível. A aplicação de calcário no solo é capaz de corrigir a acidez, fornecer cálcio e magnésio, disponibilizar nutrientes e neutralizar o excesso de alumínio e manganês do solo, que são elementos tóxicos para as plantas.

De acordo com o Sindicato da Indústria de Calcário do Rio Grande do Sul - SINDICAL (2009), a determinação do tipo de calcário a ser utilizado em determinada área é feita por meio da quantidade de magnésio expressa na análise de solo e da relação Ca/Mg existente, como segue:

- o calcário dolomítico - deve ser utilizado quando o teor de magnésio na análise for menor que 0,7 ou 0,9 mmol/dm³ (conforme a cultura considerada) ou quando a relação Ca/Mg for maior que 3:1 e se desejar equilibrar a relação pelo aumento de Mg;

- o calcário calcítico - deve ser utilizado quando o teor de Mg for maior que 0,7 ou 0,9 mmol/dm³ ou quando a relação Ca/Mg for menor que 3:1 e se desejar equilibrar esta relação pelo aumento de Ca.

- o calcário magnesiano - deve ser utilizado quando se desejar manter a relação Ca/Mg entre 3:1 a 4:1.

A utilização do calcário para fins agrícolas no Brasil, se dá com aplicação do produto no solo, na forma de pó. Os calcários agrícolas são utilizados na correção da acidez do solo, visando atingir valores de pH entre 6 e 7, faixa considerada ótima para o cultivo de muitas culturas. O calcário, principalmente o dolomítico, proporciona dois nutrientes importantes para os solos, cálcio e magnésio, como também elementos-traço contidos na rocha calcária.

O calcário também neutraliza a acidez gerada pelos fertilizantes nitrogenados, tais como nitrato, amônio e sulfatos, aumentando o cultivo e o conteúdo orgânico do solo. A taxa de aplicação do calcário no solo brasileiro, ou seja, a calagem varia de 6 a 7 toneladas por hectare, na abertura de novas áreas agrícolas, e de 1 a 3 toneladas/hectare a cada 2 a 5 anos, já que os benefícios da calagem se prolongam por alguns anos (BNDES, 1997).

8.6 - PERSPECTIVAS DE DEMANDA DE CALCÁRIO AGRÍCOLA NO ESTADO DE RONDÔNIA (2014-2030)

8.6.1- Consumo de Calcário Agrícola no Estado de Rondônia

A produtividade das principais culturas produzidas do Estado de Rondônia poderia ser melhor se os agricultores investissem mais em análise e na correção do solo com o uso de calcário agrícola. A carência de preparo da terra, não apenas em Rondônia, mas em todo o Brasil, provocou a realização, por meio do Ministério da Agricultura, o primeiro Seminário Nacional do Calcário, no dia 23 de maio de 2013, em Brasília.

De acordo com a Associação Brasileira dos Produtores de Calcário Agrícola (Abracal), para uma correção ideal do solo, o Brasil deveria consumir em média 63 milhões de toneladas de calcário agrícola por ano, no entanto, em 2012 o consumo foi de 34 milhões de toneladas. O consumo de calcário agrícola crescerá em função da necessidade de manter ou elevar a produtividade da agricultura brasileira.

É necessária cada vez mais calagem para correção dos solos. O Plano Nacional de Mineração (PNM-2030) prevê que o consumo de calcário agrícola no Brasil, deverá crescer mais que os demais agrominerais. As projeções para a produção de calcário agrícola são da ordem de 54,8 milhões de toneladas em 2022, e 94,1 milhões de toneladas, em 2030.

O Estado de Rondônia destaca-se na criação de bovinos, com um rebanho de 12.218.477 cabeças e em relação à posição no *ranking* nacional de produção das principais culturas produzidas no Estado de Rondônia em 2012, a produção de café (em grão) ocupou a 6ª posição, a produção de arroz a 9ª posição, a produção de banana, a 17ª posição, a produção de cacau ocupou 3ª posição, 10ª a produção de feijão (1ª, 2ª e 3ª safras), 11ª a produção de mandioca, 13ª a produção de milho (1ª e 2ª safras) e por último o Estado ocupou a 13ª posição na produção de soja. A seguir é efetuada uma apresentação de forma resumida da produção e respectivas áreas plantadas das principais lavouras do Estado de Rondônia em 2012 (Quadro 8.4).

O Estado de Rondônia também cultiva outros produtos agrícolas de menores expressões em termos

Quadro 8.4 – Resumo das principais culturas do Estado de Rondônia.

Fonte: SEAGRI/RO, IBGE – Levantamento Sistemático da Produção Agrícola, março/2013.

Produto	Produção no ano de 2012 (Toneladas)	Área plantada no ano de 2012 (hectare)
Arroz	131.389	47.991
Banana	58.459	7.885
Cacau	16.418	40.757
Café (em grãos)	85.444	130.039
Feijão	37.627	51.840
Mandioca	588.307	40.324
Milho (em grãos)	535.827	162.425
Soja	468.391	145.424
Total	1.921.862	626.685

de áreas plantadas, tais como: seringueira, pupunha (palmito), olerícolas, açaí, mamão, pimenta-do-reino, guaraná, urucum

goiaba, cupuaçu, citros, coco, abacaxi, maracujá e acerola que em 2012 correspondiam uma área total plantada de 7.544 ha. De acordo com dados obtidos junto a EMATER/RO, as áreas de pastagens totalizaram em 2012, 6.801.250 hectares, isto representou 83% do total das áreas desmatadas para fins agropecuários.

Vale salientar que há particularidades no cultivo das principais culturas produzidas no Estado de Rondônia, tais como:

- O cultivo do arroz, experimenta um processo de mecanização crescente, em todo o Estado, com ênfase nas regiões onde a soja é produzida e os produtores da agricultura mecanizada utilizam o arroz como a cultura inicial nas áreas de plantio e depois a substituem por milho ou soja. E em muitas áreas o plantio de arroz vem sendo transformado em pasto;

- há um crescimento no cultivo da banana, em diversos municípios do norte do Estado, devido principalmente à políticas de incentivo a cooperativas agrícolas, em parceria com o SEBRAE.

- em relação a cultura do cacau, está sendo incluída na Política de Garantia de Preço Mínimo (PGPM) da Companhia Nacional de Abastecimento (Conab). O preço mínimo poderá viabilizar a permanência da cultura que vem sofrendo com preços baixos, que não remuneram os custos da lavoura.

- no cultivo do café, a lucratividade obtida com a pecuária, associados ao preço desfavorável do café, tem desestimulado vários cafeicultores, já se verifica a substituição das áreas de café por urucum (em Cerejeiras), pastagem e erradicação de cafezais antigos com baixa produtividade em alguns municípios;

- no caso do feijão os produtores reclamam da falta de incentivo e por isso muitos estão substituindo a cultura por outra, há falta de planejamento dos produtores e despreparo do comércio para ofertar sementes;

- devido a políticas de incentivo de alimentos, se vislumbra o aumento da área plantada de mandioca industrial. No caso da mandioca para mesa, há áreas de gado utilizando a mandioca como um dos ingredientes da ração animal (Guajará-Mirim); assim como áreas que investem em adubação e preparo de solo devido a lucratividade do produto

- o milho é uma cultura muito forte no Estado, sua produção se estende por todos os municípios e a região do Cone Sul é a que apresenta o melhor desempenho, em virtude do índice de mecanização da cultura;

- a soja é a cultura de maior importância econômica do Estado com produção concentrada no Cone Sul e com expansão para a região Norte do Estado, em alguns municípios (São Miguel do Guaporé, Seringueiras, Castanheiras) está ocorrendo o surgimento de novas áreas de soja mecanizadas.

8.6.2 - Perspectivas de Demanda

As estimativas de demanda por calcário agrícola no Estado de Rondônia foram divididas em dois tipos, “demanda potencial total” e “demanda potencial”.

A primeira, denominada de “demanda potencial total”, considera as áreas plantadas com culturas anuais, perenes e pastagens. Nesta, devido a carência de dados históricos de qualidade, foi realizada apenas uma estimativa de demanda atual, com base nas duas variáveis que estão relacionadas diretamente com a demanda por calcário agrícola, são elas:

- um indicador agrícola (IA), que representa o número de hectares (ha) de lavouras plantadas no Estado de Rondônia; e

- a necessidade de calagem, isto é, toneladas de calcário agrícola por hectare, nas áreas a serem plantadas.

Na estimativa, denominada de “demanda potencial”, foram consideradas apenas as áreas das principais culturas anuais e perenes produzidas no Estado. No caso da demanda potencial, a disponibilidade de dados históricos de áreas

plantadas, permitiram que as projeções fossem realizadas de forma detalhada e com a inserção de hipóteses de cenários distintos. Para realizar as estimativas de demanda potencial, entre os anos de 2013 e 2030, também foram tomados como base as variáveis citadas anteriormente (indicador agrícola e a necessidade de calagem).

DEMANDA “POTENCIAL TOTAL” POR CALCÁRIO AGRÍCOLA NO ESTADO DE RONDÔNIA

A utilização de calcário agrícola para elevação do pH e neutralização do alumínio tóxico dos solos de alguns municípios do Estado de Rondônia, exige a técnica de calagem de forma mais intesa, isto é, maior relação de toneladas de calcário por hectare. No entanto, a presença de solos mais ricos em outros município do Estado, representam menores necessidades de uso de calcário por hectare.

É importante também levar em conta o valor do poder real de neutralização total (PRNT) do calcário utilizado, já que, quanto maior for o valor do PRNT, mais fina serão as partículas e a reação será mais rápida. Com isso melhor será a qualidade do calcário e menor a quantidade a ser aplicada (tonelada/hectare). O valor do PRNT, adotado como base, para as estimativas de demanda por calcário agrícola no Estado de Rondônia, foi de 90% (PRNT = 90%).

Diante do exposto, procurou-se por meio de consultas à técnicos pertencentes as intuições como EMBRAPA e EMATER, com experiência no assunto e conhecedores da região, estabelecer um valor médio para representar a necessidade de calcário (tonelada/hectare), considerando os diferentes tipos de solos encontrados nas diversas regiões do Estado de Rondônia.

Com tudo, diante das recomendações de se utilizar entre 3,5 e 4,0 toneladas/hectare no primeiro ano de calagem e 2,5 a 3,0 toneladas/hectare no segundo ano, foi estabelecida para efeito de cálculo, nas estimativas de demanda a dosagem de 3,0 toneladas/hectare/ano. Netes termos a “demanda potencial total” por calcário agrícola no Estado de Rondônia, foi calculada da seguinte forma:

$$DPT = (AM + AP + APAP) \times C$$

Onde:

DPT = Demanda potencial total (em toneladas);

AM = Área planta com lavouras de menores expressões em termos de área cultivadas em 2012 (em hectare);

AP = Área plantada com pastagens em 2012 (em hectare);

APAP = Área plantada com as principais lavouras anuais e perenes em 2012 (em hectare);

C = Necessidade média de Calcário (toneladas/hectare).

$$DPT = (7.544 + 6.801.250 + 626.685) \times 3 = 22.306.437 \text{ toneladas.}$$

Vale salientar que o valor desta estimativa de demanda atual, pressupõe o desejo de consumir calcário agrícola pelo uso da prática de calagem em todas as áreas disponíveis para cultivo de lavouras no Estado de Rondônia.

DEMANDA “POTENCIAL” POR CALCÁRIO AGRÍCOLA NO ESTADO DE RONDÔNIA

Nas projeções de demanda potencial por calcário agrícola, foram utilizados os dados históricos de áreas plantadas de culturas anuais e perenes. Estes dados são constituídos de uma série histórica compreendida entre os anos de 1996 e 2012. Este período foi selecionado dentro de uma série mais extensa por apresentar maior correlação dentre os demais dados trabalhados.

Para considerar os possíveis diferentes ritmos de crescimento da demanda por calcário agrícola no Estado de Rondônia, os valores futuros foram submetidos a três cenários de desempenho, conforme indicados a seguir.

Cenário 1 – frágil: os valores do IA são extrapolados considerando um decréscimo da área plantada com as principais culturas anuais e perenes, igual a 30%, neste caso, também considera-se uma relativa redução da prática de calagem;

Cenário 2 – conservador: os valores do IA são extrapolados considerando um crescimento da área plantada com as principais culturas anuais e perenes, igual a 100% do crescimento médio histórico, ou seja, considera-se a manutenção da tendência histórica;

Cenário 3 – desenvolvimentista: neste último, os valores do IA são extrapolados considerando um incremento da área plantada com as principais culturas anuais e perenes, igual a 30% do crescimento médio histórico, neste caso, também considera-se um relativo aumento da prática de calagem.

As projeções foram feitas pelo método de extrapolação de série temporal, linha de tendência exponencial, cujo R² (medida de ajuste da projeção), foi igual a 0,68 (R² = 0,68), indicando uma boa projeção.

A previsão da “demanda potencial” por calcário agrícola no Estado de Rondônia, até o ano de 2030, é apresentada no Gráfico 8-4 onde são mostradas as curvas de demandas dos três cenários propostos. No Quadro 8.5 são apresentados os valores ano a ano das respectivas curvas de demana.

8.6.3 - Avaliação e Previsão de Exaustão dos Recursos Estimados

A estimativa de recurso foi realizada pelo Serviço Geológico do Brasil (CPRM), em decorrência da execução do Projeto Presidente Hermes, que foi concluído em 1978, e teve como unidade executora a residência de Porto Velho (REPO). Este projeto teve como objetivo a elaboração do relatório de pesquisa referente à área de estudo, localizada no Município de Pimenta Bueno, requerida ao DNPM (processo:

Quadro 8.5 – Projeção da demanda potencial por calcário agrícola até 2030 no Estado de Rondônia, valores por cenário ano a ano.

DEMANDA POTENCIAL POR CALCÁRIO AGRÍCOLA (Milhões de Toneladas)			
ANO	CENÁRIO FRÁGIL	CENÁRIO CONSERVADOR	CENÁRIO DESENVOLVIMENTISTA
2014	2,056	2,084	2,114
2015	2,089	2,133	2,178
2016	2,123	2,183	2,244
2017	2,158	2,233	2,312
2018	2,193	2,285	2,383
2019	2,229	2,338	2,455
2020	2,265	2,393	2,530
2021	2,302	2,449	2,607
2022	2,339	2,506	2,686
2023	2,377	2,564	2,767
2024	2,416	2,623	2,852
2025	2,455	2,685	2,938
2026	2,495	2,747	3,028
2027	2,535	2,811	3,120
2028	2,576	2,876	3,214
2029	2,618	2,943	3,312
2030	2,661	3,012	3,413

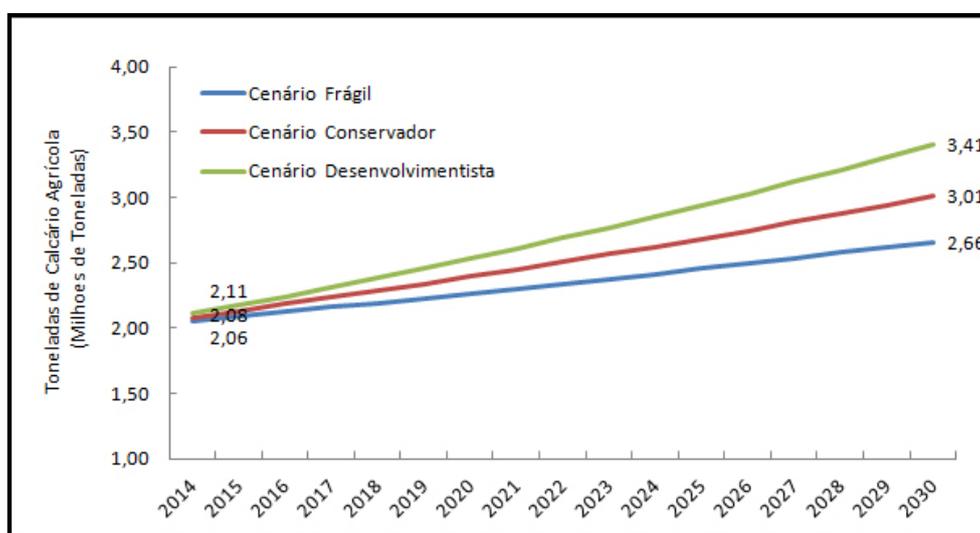


Gráfico 8.4 – Projeção da demanda potencial por calcário agrícola até 2030 no Estado de Rondônia, curvas dos cenários propostos.

810.010/75), visando a pesquisa da substância magnésio, no intuito de se confirmar a existência de calcário dolomítico na área pesquisada.

A área inicialmente era de 10.000 ha, que posteriormente após a aprovação do relatório de pesquisa, foi reduzida para 1.000 ha em 03 de outubro de 1979, a pedido do DNPM. Esta área foi outorgada à CPRM, que entre outros trabalhos realizou uma avaliação preliminar de volume do recursos. Nesta avaliação inicial, a gênese e a morfologia da jazida justificaram seu estudo por meio de uma malha

quadrada de sondagem, com espessamento entre elas de 500 m. No cálculo, foi utilizado o método dos polígonos, este foi adotado para a generalidade dos quadrados definidos pela malha de sondagem. Nos limites do corpo mineralizado, definidos pelo mapeamento geológico, foi usado o método dos perfis, não existindo valores de espessura nestes limites, admitiu-se que ela se anulava e que a sua variação era gradual (regra das variações graduais).

Os parâmetros de cada furo foram estendidos até o limite da sua área de influência (regra dos

pontos mais próximos ou de igual influência), limitada por quadrado centrado no furo de lado igual à malha de sondagem (500m), ou pela própria jazida. Atualmente os testemunhos de sondagem do Projeto Presidente Hermes encontram-se armazenados na Litoteca Regional da CPRM-Serviço Geológico do Brasil, em Porto Velho.

Há uma classificação de recursos e reservas proposta pelo DNPM em 1992, *in Suslick (2008)*, envolvendo percentuais de erros de estimação, conforme o Quadro 8.6, e outra de 2003, sem citar parâmetros de erros, mostrada no Quadro 8.7.

De acordo com as propostas do DNPM nos anos de 1992 e 2003, no caso dos cálculos serem

realizados por métodos convencionais como: (i) método das seções (planos); (ii) métodos poligonais ; (iii) método triangular; (iv) grade regular ou grade aleatória estratificada; (v) ponderação pelo inverso da distância; e (vi) método de contorno; na realidade estará sendo calculado o recurso mineral, porém se no cálculo for utilizada a geoestatística, estará sendo realizado o cálculo de reserva mineral.

Diante do exposto acima, foi estabelecido, para efeito do Projeto Rochas Carbonáticas do Estado de Rondônia, de forma conservadora, que as reservas (medidas, indicadas e inferidas) do Projeto Presidente Hermes, seriam classificadas como recursos inferidos,

Quadro 8.6 – Classificação de recursos e reservas proposta pelo DNPM em 1992.

Fonte: DNPM, 1992, *in Suslick (2008)*.

Recursos	
Recurso Medido	Recurso calculado com confiabilidade de 95% para o qual o erro de estimação é no máximo 20%.
Recurso Indicado	Recurso calculado com confiabilidade de pelo menos 95%, para o qual o erro de estimação está entre 20% e 50%.
Recurso Inferido	Recurso calculado com confiabilidade de pelo menos 95%, para o qual o erro de estimação é superior a 50%.
Reservas	
Reserva Provada	Reserva calculada por métodos geoestatísticos onde o bloco estimado tenha dimensões pertinentes à escala de produção e proporcionalidade com os alcances variográficos, e tenha no mínimo uma amostra na sua auréola de influência, o que equivale a determinar as relações de covariância amostras(s)/bloco, bloco/bloco e amostras/amostras.
Reserva Provável	Reserva calculada por métodos geoestatísticos, onde o bloco estimado tenha dimensões pertinentes à escala de produção e proporcionalidade com os alcances do variográficos, e nenhuma amostra em sua auréola de influência, o que equivale a atribuir à variância de krigagem do bloco ou valor da variância a priori mais o valor do covariograma do bloco.

Quadro 8.7 – Classificação de recursos e reservas proposta pelo DNPM em 2003.

Recursos	
Recurso Medido	É a parte do recurso mineral para a qual a tonelagem ou volume, o teor e/ou qualidades, conteúdo mineral, morfologia, continuidade e parâmetros físicos estão estabelecidos com elevado nível de confiabilidade.
Recurso Indicado	É a parte do recurso mineral para a qual a tonelagem ou volume, o teor e/ou qualidades, conteúdo mineral, morfologia, continuidade e parâmetros físicos estão estabelecidos, de modo que as estimativas realizadas são confiáveis.
Recurso Inferido	É a parte do recurso mineral para a qual a tonelagem ou volume, o teor e/ou qualidades e conteúdo mineral são estimados com base em amostragem limitada e, portanto, com baixo nível de confiabilidade.
Reservas	
Reserva Indicada	É a parcela economicamente lavrável do recurso mineral Indicado e, mais raramente, do recurso mineral medido, para a qual a viabilidade técnica e econômica foi demonstrada; inclui perdas (e diluição) com a lavra e o beneficiamento.
Reserva Medida	É a parcela economicamente lavrável do Recurso Mineral Medido, incluindo perdas (e diluição) com a lavra e o beneficiamento, para a qual a viabilidade técnica e econômica encontra-se tão bem estabelecida que há alto grau de confiabilidade nas conclusões.

Fonte: DNPM, 2003.

já que, não foram realizados estudos adicionais de detalhamento do depósito. Parte destes recursos inferidos estão com aproveitamento comprometido, por conta da presença de cavernas, conforme já explanado no subitem 6.4 deste projeto. As áreas com presença de cavernas comprometem cerca de 17% da área (1.000 ha), onde foram realizadas as estimativas de recursos, isto equivale a 13% do volume dos recursos totais inferidos. Nestes termos, o volume de recursos totais inferidos de calcário sem restrições no concerne à presença de cavernas é de 231.938.525 toneladas.

As demandas projetadas podem ser confrontadas com a disponibilidade de recursos estimados para o seu atendimento ao longo dos anos. Neste sentido, os recursos inferidos foram confrontados com as demandas acumuladas projetadas para o período 2014/2030, obtendo-se as quantidades remanescentes, neste último ano, e, daí, foi feito o prognóstico de exaustão dos recursos, foi considerado, conservadoramente, que as demandas

previstas para 2030, nos três cenários 1, 2, 3, e para o plano de produção previsto pela CMR para ser executado inicialmente no ano de 2014 (400 mil toneladas/ano), se mantenham nos anos seguintes. Com isso, os recursos inferidos terão vida útil ou previsão de exaustão apresentados na Tabela 8.2.

Os dados apresentados na Tabela 8.2, reforçam a argumentação de que o Estado de Rondônia, em especial à região estudada, apresenta considerável volume de matéria-prima mineral para o suprimento futuro de calcário agrícola, no entanto, há necessidade de investimentos na:

- pesquisa de detalhes, visando melhor conhecimento do potencial mineral;
- cadeia produtiva, no intuito de ampliar a capacidade instalada e/ou incentivos para entrada de mais empresas produtoras;
- gestão deste bem mineral, tendo-se em vista que, já foram estimadas as demandas, no primeiro momento, demanda potencial e no segundo momento a demanda potencial total.

Tabela 8.2 – Previsão de exaustão dos recursos inferidos de calcário na área do projeto.

Cenário	Consumo acumulado projetado 2014/2030*	Recursos remanescentes 2030*	Previsão de exaustão (ano)
1	39,89	192,05	2078
2	42,86	189,08	2069
3	46,15	185,79	2063
Prev.CMR	6,8	225,14	2577

Nota: (*) – valores em milhões de toneladas; (prev.CMR) – produção prevista pela CMR para iniciar em 2014 (400 mil toneladas/ano).

9 – CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

O presente relatório é a soma dos esforços de uma equipe multidisciplinar e traz importante contribuição para o setor mineral no Estado de Rondônia. Reúne em um único informe toda a informação atual do conhecimento geológico de rochas carbonáticas e detalhes a nível de afloramento, além da disponibilização do resultado de análises. O outro elemento importante dentro deste conjunto é o diagnóstico econômico revelando o panorama de rochas carbonáticas do Estado de Rondônia. Também de relevante importância foram os estudos geofísico terrestre, na área da mina de calcário Fleury Félix, o diagnóstico no que tange ao direito mineral e aos aspectos ambientais.

Foi realizado levantamento geológico de detalhe em 5 áreas alvo de relevante interesse mineral, com a coleta de amostras para análises químicas e petrográficas, nas formações Pimenta Bueno e Corumbiara, onde destacam-se as variações de dolomitos calcínicos (em maioria) a dolomitos e calcários dolomíticos.

Em termo geral, foi verificado que todas as ocorrências observadas estão relacionadas às bordas do grabens de Pimenta Bueno e Colorado. É verificada também associação do contato das formações Pimenta Bueno e Corumbiara sobrepostos aos diamictitos da formação Pedra Redonda, sugerindo continuidade da extensão da teoria do Snow Ball Earth da região sul do Craton Amazônico (Nogueira, 2003)

As camadas de carbonato possuem pouca espessura quando comparada as ocorrências do leste do Estado do Mato Grosso. Nos furos de sonda realizados durante a execução do projeto Presidente Hermes (1978) foram observadas espessuras dos carbonatos variando entre 5 a 24 m, em média de 13 m. O que pode sugerir ambiente deposicional de plataforma carbonática rasa.

Em relação aos alvos apresentados, o Alvo Pimenta Bueno é onde se verifica a maior quantidade de informações e onde se encontra a única mina de calcário registrada no estado. Também é uma região com poucos estudos recentes, em termo de mapeamento geológico sistemático e sondagem.

O Alvo Chupinguaia possui duas áreas alvo, onde não se tem ideia da real espessura do pacote de rochas carbonáticas. Um destes alvos trata-se de um arenito carbonático, que é uma fácies até então desconhecida dos registros da CPRM. Estudos mais detalhados deverão mostrar a real espessura deste pacote de rochas.

Em relação ao levantamento geofísico terrestre, a partir dos resultados e discussões realizadas anteriormente pode-se fazer as seguintes conclusões e sugestões:

- Devido ao arranjo do eletrodos escolhido, distância entre os eletrodos, não foi possível identificar corpos, camadas ou cavernas com diâmetros menores que 5 metros;
- Para ter uma melhor relação profundidade versus definição, deve-se adquirir outro tipo de equipamento com a possibilidade de investigação de mais canais. No mercado já existem equipamentos com a possibilidade de se investigar até 42 canais.
- A camada de calcário ficou definida como tendo resistividade elétrica variando entre 40 a 150 Ω .m. Nesta camada existem alguns locais onde a resistividade chegou próxima a 250 Ω .m, o que poderia indicar a presença de cavidades na camada. Perfis atravessando segmentos de cavidades já conhecidas são compatíveis com essa condição.
- A camada de conglomerado, abaixo do calcário, se apresentou muito heterogênea, com a resistividade variando entre 200 a 450 Ω .m, porém com algumas anomalias na resistividade com valores que podem atingir 900 Ω .m. Tais anomalias devido a sua forma, podem sugerir que estejam relacionadas a cavidades no conglomerado

As cavernas da área da Mina de Felix Fleury em Pimenta Bueno formam um sistema integrado de drenagem subterrânea ramificada convergente para sul, afluente do igarapé Félix Fleury, no interflúvio dos igarapés Furnas e Jaboti. Correspondem a 10 trechos subterrâneos percorríveis desse sistema hídrico subsuperficial que se estende por pelo menos 1.300 metros, desde pequenas cavidades em conjuntos de dolinas coletoras do escoamento pluvial à montante (grutas do Sumidouro, Cuíca II, III e IV), passando por dois segmentos mais amplos e contínuos que funcionam como o dreno principal do sistema (grutas da Cuíca I e Frente de Lavra). Para esse dreno principal convergem as águas da infiltração periférica que ocorre disseminadamente ao longo de um reticulado de fendas conectadas à superfície. Outras cavidades à jusante (grutas Calcário I a IV) encontram-se no contexto da descarga local do sistema hídrico mais diretamente sob influência do canal superficial do igarapé das Furnas e afluentes, uma área com cânions e pequenas corredeiras formando belos conjuntos paisagísticos.

Trata-se do principal sistema cárstico e espeleológico de Rondônia, em plena atividade, forte dinâmica hídrica e riqueza biológica, com trechos em cavidades de dimensões significativas porquanto únicas no Estado. Importante destacar que a existência e o funcionamento dessas cavidades maiores está

totalmente relacionada com a configuração das áreas circunvizinhas e em especial as áreas à montante e marginais onde o epicarste encontra-se bastante evoluído favorecendo recarga alogênica e autogênica por infiltração múltipla e vertimento por fendas de dissolução. As terminações reticuladas dessas cavidades orientadas nas mesmas famílias de fraturas que estruturam o epicarste, formando labirintos subterrâneos em fendas principalmente NS-N25E e N45-60W, bem como as confluências do escoamento subsuperficial detectadas no interior das cavernas, confirmam que tais cavidades se estendem além do intransponível conformando uma rede subterrânea integrada de fluxo hídrico, sedimentar e biológico fortemente vinculada à superfície.

Toda a área de influência desse sistema espeleológico, notadamente a bacia hidrológica da principal drenagem subterrânea que percorre as cavernas Cuíca I, Frente de Lavra, Calcário I e II deve ser conservada ou adequadamente manejada, pois qualquer alteração nas condições de infiltração e escoamento pluvial das áreas de contribuição, e fluvial à jusante próxima, irá afetar o conjunto em maior ou menor grau.

A ocupação ou uso pretendido dos recursos naturais ou minerais nas proximidades desse sistema espeleológico irá requerer prospecção espeleológica de varredura densa, ensaios com traçadores hidrológicos e monitoramento hidrológico contínuo de alta resolução temporal em pontos estratégicos do sistema para, além de uma delimitação mais precisa dos seus limites físicos, possibilitar a descrição do comportamento temporal do sistema, em especial sua condição de resiliência (como recupera sua condição de base após perturbações mais extremas). Os dados isotópicos de águas superficiais gerados no presente levantamento das rochas carbonáticas de Rondônia sugerem que, apesar da pouca espessura de solo, ele configura um compartimento de armazenagem importante de água com retardo da infiltração e, assim, regularização dos mananciais das zonas saturadas locais, fato que pressupõe a sua manutenção bem como da cobertura vegetal associada.

Em princípio, a configuração desse sistema cárstico espeleológico parece ter sido favorecida pela estrutura geomorfológica/hidrogeológica de gradientes de relevo e hidráulico mais elevados, com boa condição de escoamento no exutório e recarga coordenada por um epicarste estruturado em denso fraturamento distensivo, com aporte de CO² franqueado pela farta acumulação orgânica. Isso aliado a um fator essencial: a presença de um horizonte local um pouco mais espesso de rochas carbonáticas, num perfil de vertente levemente escalonado expondo em pequenos patamares os horizontes carbonáticos. Um leve arqueamento das camadas e o paleorelevo do embasamento impermeável em pequenas bacias locais também são aspectos potencialmente favoráveis à configuração

do pequeno carste ali existente. Todas essas condições combinadas foram suficientes para vencer a limitação natural de mais baixa solubilidade dos dolomitos frente aos calcários.

A combinação desses fatores não foi encontrada nos demais alvos estudados: ora apresentando horizontes delgados demais, ora em condição desfavorável de drenagem e escoamento, ora em gradientes de relevo acentuados demais para as espessuras carbonáticas. O que não esgota a possibilidade de existirem outros sistemas subterrâneos ainda não aflorantes, em áreas de carste encoberto ou subjacente que talvez já apresentem sinais sutis na superfície, tais como depressões fechadas suaves e pontos de absorção de água. Em outras áreas que estão no mesmo contexto tectono-estratigráfico (associações siliciclástico-carbonáticas nas bordas dos grabens) seria interessante investir em trabalhos prospectivos desses sinais, orientados por análise espacial cuidadosa de sensoriamento remoto e, especialmente, inventariando propriedades rurais de forma minuciosa com entrevistas aos seus habitantes.

Até o momento, apenas outro pequeno sistema cárstico/espeleológico afora o sistema de Pimenta Bueno foi identificado, de expressão muito local, caracterizado por rápida e curta infiltração porém mal drenado, com escoamento em condições de gradiente hidráulico muito baixo. Embora de caráter muito local, é considerado um sistema particularmente importante pois sua dinâmica tem gerado manifestações na superfície com subsidências pontuais do terreno, de relevância geotécnica tendo em vista estruturas antrópicas – uma estrada e uma edificação rural – sob um certo grau de risco. Esse sistema ainda não pôde ser bem conhecido e deverá ser objeto de investigação específica brevemente.

Com uma agricultura forte assentada em pequenas e médias propriedades rurais, o Estado de Rondônia desponta como destaque nacional na produção de milho, soja, arroz, peixes e outros gêneros de primeira necessidade. O Estado exporta carne para mais de 30 países, e recebeu certificado do Ministério da Agricultura para comercializar este produto com os Estados Unidos. Por outro lado, a utilização de calcário agrícola, que é um bem mineral imprescindível para melhoria da qualidade do solo (correção de acidez) onde são plantadas as pastagens e diversas culturas anuais e perenes, continua sendo importando em quase sua totalidade do Estado do Mato Grosso. Dessa forma, o preço final do produto (calcário) se torna inviável para utilização como corretivo de solo para maioria dos agricultores. O estímulo da prática de calagem (correção do solo) torna-se indispensável, seja para o pequeno, o médio ou grande produtor. O incentivo e apoio da secretaria de Estado da Agricultura, Pecuária e Regularização Fundiária (Seagri) pode garantir o uso regular e eficiente deste bem mineral (calcário).

Neste sentido, para impulsionar o setor primário, o Governo do Estado de Rondônia vem implantando o projeto da nova usina de calcário no município de Pimenta Bueno. Este projeto de construção do complexo de mineração permitirá a produção de aproximadamente 400.000 toneladas do produto ao ano (quando em pleno funcionamento, esta produção deverá ser ampliada para 600.000 toneladas/ano).

Levando em conta a dependência atual de calcário agrícola do Estado de Rondônia e a produção interna dos anos anteriores ínfima, considerando também as demandas potencial e potencial total, estimadas, vislumbra-se a necessidade de se formular um plano estratégico, englobando a mineração de calcário para fins agrícolas, no qual, alguns assuntos devem ser tratados como recomendados a seguir:

- Formular políticas públicas de incentivo tributário e de melhorias das principais vias de transporte para a produção e consumo de calcário agrícola;

- Possibilitar a ampliação da indústria mineral do Estado, destinadas à produção de calcário agrícola ou mesmo a instalação de novas empresas mineradoras;

- Dar continuidade e intensificação dos estudos geológicos destes bens minerais, visando obter melhor conhecimento das reservas e a utilização de técnicas de exploração mais eficientes; além de circunstanciar possíveis limitações ambientais;

- Desenvolver estudos agrônômicos no intuito de reduzir custos na utilização da técnica de calagem

(correção do solo) para os produtores, com reflexos no aumento da competitividade dos mesmos, no que concerne a produção, e a produtividade;

- Deverão ser realizadas campanhas de sondagens nos alvos enumerados neste projeto, que fornecerão informações necessárias para a dimensão da reserva mineral para o Estado;

- Outras áreas com o mesmo contexto geológico em limites de bacia e entre os contatos das formações Pimenta Bueno e Corumbiara com a formação Pedra Redonda poderão ser alvos promissores da presença de rochas carbonáticas.

- É considerável a realização de mapeamento geológico sistemático, levantamentos hidrogeológicos e espeleológicos de detalhe nas áreas ainda com pouca informação, como o caso do Alvo Pimenta Bueno.

- Deverá ser incentivado a sondagem no Alvo Chupinguaia, nas duas áreas com ocorrência de rochas carbonáticas. Os basaltos da formação Anari deverão ser selecionados para estudos de viabilidade de rochagem.

- A implementação das recomendações aqui explanadas pretende contribuir para o crescimento deste segmento (calcário agrícola) e, por conseguinte, o do setor agropecuário do Estado de Rondônia, resultando no incremento da economia estadual e concomitantemente na geração de mais emprego e renda, além de provocar a redução da dependência de calcário agrícola oriundo de outros estados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANTAQ. Agência Nacional de Transportes Aquaviários. **Anuário estatístico aquaviário 2012**. Disponível em: <http://www.antaq.gov.br/Portal/Anuarios/Anuario2012/26.htm>. Acesso em: 12 jul. 2013.
- BAHIA, R. B. C. et al. Análise da evolução tectonossedimentar da Bacia dos Parecis através de métodos potenciais. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 37, n. 4, p. 639-649, dez. 2007.
- BAHIA, R. B. C. et al. Revisão estratigráfica da Bacia dos Parecis-Amazônia. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 36, n. 4, p. 692-703, dez. 2006.
- BAHIA, R. B. C. **Evolução tectonossedimentar da Bacia dos Parecis, Amazônia**. 2007. 115 p. il., Tese (Doutorado em Ciências Naturais)-Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2007.
- BAHIA, R. B. C.; PEDREIRA, A. J. Depósitos glaciogênicos da Formação Pimenta Bueno (Carbonífero) na região de Rolim de Moura, sudeste de Rondônia. **A Terra em Revista**, v. 2, n. 1, p. 24-29, mar. 1996.
- BARROS, A. M. et al. Geologia. In: BRASIL. Departamento Nacional da Produção Mineral. Projeto RADAMBRASIL. **Folha SD.21 Cuiabá: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra**. Rio de Janeiro, 1982. p. 25-192. (Levantamento de Recursos Naturais, 26).
- BARROS, A. M.; PASTORE JUNIOR, W. P. **Projeto Alto Guaporé: relatório final**. Goiânia: CPRM, 1974. v. 1.
- BECKER, C. F. et al. Proposta para um plano nacional de calcário agrícola (PLANACAL). **Informações Econômicas**, v. 26, n. 2, fev. p. 69-83, 1996.
- BIGARELLA, J. J.; SALAMUNI, R. Estudos preliminares na Série Açungui. V- Estruturas organógenas nos dolomitos da Formação Capiuru (Estado do Paraná). **Dusenya**, v. 7, n. 6, p. 317-323, 1956.
- BIZZI, L. A. (Ed.) et al. **Geologia, tectônica e recursos minerais do Brasil: texto, mapas e SIG**. Brasília: CPRM, 2003. 692 p.
- BLOGSPOT. **Agronomia com Gismonti**. Disponível em: <http://agronomiacomgismonti.blogspot.com.br/2011/06/qual-importancia-do-prnt-do-calcario.html>. Acesso em: 14 jul. 2013.
- BNDES. Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social. **Calcário: informe setorial**, n. 12, nov. 1997.
- BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Novo marco da mineração**. Brasília, 2013. Disponível em: http://www.mme.gov.br/sgm/menu/Novo_Marco_da_Minerao.html. Acesso em: 15 jul. 2013.
- BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral. **Plano nacional de mineração 2030: geologia, mineração e transformação mineral**. Brasília: MME, 2011. 158 p. il.
- BRITO NEVES, B. B. et al. Influence of basement structures on the evolution of the major sedimentary basins of Brazil: a case of tectonic heritage. **Journal of Geodynamics**, v. 1, p. 495-510, 1984.
- CAPUTO, M. V. **Stratigraphy, tectonics, paleoclimatology and paleogeography of northern basins of Brazil**. 1984. 583 p. Tese (Doutorado em Geologia)-University of Califórnia, Santa Barbara, 1984.
- COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS. **Projeto Presidente Hermes: relatório final de pesquisa**. Alvará 3246/77. Porto Velho: CPRM, 1978. 33 p.
- CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Indicadores da agropecuária**. 2013. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=538&t=2>. Acesso em: 03 set. 2013.
- COSTA, E. G. da. **Projeto Usina de Beneficiamento de Calcário: relatório da pesquisa complementar**. Porto Velho: CPRM, 1981. 21 p.
- COSTA, S. A. de G.; FRAGOMENI, M. G.; FRAGOMENI, P. R. P. **Projeto Roncador: reconhecimento geológico: relatório final**. Goiânia: CPRM, 1975. v. 1.
- COUTINHO, M^a G. da N. Geologia do Craton Amazônico. In: _____. **Província Mineral do Tapajós: geologia, metalogenia e mapa previsional para ouro em SIG: texto, mapas & SIG**. Rio de Janeiro: CPRM, 2008. Cap. 2, p. 15-32.
- CPRM - SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL; PREFEITURA MUNICIPAL DE NOVA BRASILÂNDIA D'OESTE (RO). **Programa de Integração Mineral em Municípios da Amazônia-PRIMAZ-Nova Brasilândia d'Oeste: recursos minerais**. Porto Velho: CPRM, 1997. 5v. v. 2. 34 p.
- CRUZ, N. M^a da C. Palinologia de sedimentos paleozóicos do Território Federal de Rondônia. In:

- CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 31, 1980, Balneário de Camboriú. **Anais do...** Balneário de Camboriú: SBG, 1980. V.5, p. 3041-3048.
- DARDENNE, M. A. et al. **Geologia e metalogenia do depósito de cobre do Graben do Colorado, fossa tectônica de Rondônia, Brasil.** In: MARINI, O. J. et al. **Caracterização de depósitos minerais em distritos mineiros da Amazônia.** Brasília: DNPM; CT/Mineral; ADIMB, 2005. p. 557-596.
- DELBONI Jr., H. Cominuição. In: FERNANDES, F. R. C. et al. **Tendências tecnológicas Brasil 2015: geociências e tecnologia mineral.** Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2007. Cap. 2, p. 103-131.
- DNPM. **Guia do minerador regime de licenciamento.** Recife, 2011. Disponível em: <http://www.dnpm-pe.gov.br/Lesgisa/Port_266_08.htm> Acesso em: 15 jul. 2013.
- DNPM. **Nova classificação brasileira de recursos e reservas minerais.** Brasília, 2003. Disponível em: <http://www.dnpm.gov.br/mostra_arquivo.asp?IDBancoArquivoArquivo=3>. Acesso em: 11 jul. 2013.
- DNPM. **Sistema de Informações Geográficas da Mineração-SIGMINE.** Disponível em: <<http://www.dnpm.gov.br/conteudo.asp?IDSecao=62&IDPagina=46>>.
- Acesso em: 11 jul. 2013.
- DOMINGUES, A. F.; BOSON, P. H. G.; ALIPAZ, S. **A gestão dos recursos hídricos e a mineração.** Brasília: ANA;IBRAM, 2006. 334 p. il.
- FARIA, H. P. A. et al. Considerações sobre configuração estrutural da Bacia dos Parecis a partir da análise de dados aeromagnéticos. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF THE BRAZILIAN GEOPHYSICAL SOCIETY, 13, 2013, Rio de Janeiro. **Expanded Abstracts** Rio de Janeiro: SBGf, 2013, p. 1-6.
- FERREIRA, C. R.; SANTOS, Z. A. P. S. Caracterização do setor de calcário agrícola no Brasil. **Agricultura em São Paulo**, v. 39, n. 1, p. 57-81, 1992.
- FIGUEIREDO, A. J. de A. et al. **Projeto Alto Guaporé: relatório final.** Goiânia: CPRM, 1974. v.1.
- FREITAS, A. F. de et al. **Projeto Alto Ituxí: relatório final.** Porto Velho: CPRM, 1981. 4 v., il.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **IBGE CIDADES@on line (2000-2010).** Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/index.php>>. Acesso em: 11 jul. 2013.
- LACERDA FILHO, J. V. (Org.) et al. **Geologia e recursos minerais do estado do Mato Grosso: texto explicativo dos mapas geológico e de recursos minerais do estado do Mato Grosso.** Cuiabá: CPRM, 2004. 235 p.
- LEAL, J. W. L. et al. Geologia. In: BRASIL. Departamento Nacional da Produção Mineral. Projeto RADAMBRASIL. **Folha SC.20 Porto Velho: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra.** Rio de Janeiro, 1978. p. 17-184. (Levantamento de Recursos Naturais, 16).
- LIMA, E. P. de; TESSARI, R. J. **Projeto Usina de Beneficiamento de Calcário: plano de lavra e aproveitamento industrial.** Rio de Janeiro: CPRM, 1981. 102 p.
- LOPES, A. S.; GUIDOLIN, J. A.; GUILHERME, L. R. G. **Evolução, panorama atual e perspectivas da indústria de fertilizantes e corretivos agrícolas no Brasil.** In: INSUMOS agrícolas e receituário agrônomo. Jaboticabal-SP., 1990. 31 p.
- MARTINS JÚNIOR, F. L. Calcário agrícola. In: DNPM. **Sumário mineral 2012.** Brasília: DNPM, 2012. Disponível em: <https://sistemas.dnpm.gov.br/publicacao/mostra_imagem.asp?IDBancoArquivoArquivo=7376>. Acesso em: 14 jul. 2013.
- MILANI, E. J. et al. Bacia do Paraná. **Boletim de Geociências da PETROBRAS**, v. 15, n. 2, p. 265-287, maio/nov. 2007.
- NAHASS, S.; SEVERINO, J. **Calcário agrícola no Brasil.** Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2003. 655 p. (Série Estudos e Documentos, 55).
- NOGUEIRA, A. C. R. **A plataforma carbonática Araras no sudoeste do Cráton Amazônico, Mato Grosso: estratigrafia, contexto paleoambiental e correlação com os eventos glaciais do neoproterozóico.** 2003. 173 p. Tese (Doutorado) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.
- OLIVEIRA, E. P. de. **Geologia: reconhecimento geológico do noroeste de Mato Grosso.** Rio de Janeiro, 1915. 78 p. (Expedição Científica Roosevelt-Rondon, 1).
- OLIVEIRA, E. P. de. O terreno devoniano do sul do Brasil. **Annaes da Escola de Minas de Ouro Preto**, v. 14, p. 31-41, 1912.
- OLIVEIRA, J. G. F. de. **Relatório de visita às ocorrências de rochas carbonáticas do rio Araras, município de Parecis-Estado de Rondônia: avaliação preliminar.** Porto Velho: CPRM, 2003. 24 p.

- PADILHA, A. V. **Projeto Centro-Oeste de Mato Grosso**: relatório final. Goiânia: CPRM, 1974. v. 1 (Relatório inédito).
- PINHEIRO, J. do A.; CARNIELLO, M. F. **Infraestrutura do setor de transporte**: um fator de desenvolvimento sustentável para o Estado de Rondônia. São Paulo. 2010. Disponível em: < http://www.inicepg.univap.br/cd/INIC_2010/anais/arquivos/0068_0091_01.pdf>. Acesso em: 12 ago. 2013.
- PINTO FILHO, F. P. al. **Projeto Sudeste de Rondônia**: relatório final. Porto Velho: CPRM, 1977. 4v.
- PNUD. Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. **Atlas do desenvolvimento humano no Brasil**. 2013. Disponível em: < <http://www.atlasbrasil.org.br/2013/>>. Acesso em: 30 jul. 2013.
- QUADROS, M. L. do E. S.; RIZZOTTO, G. J. (Orgs.). **Geologia e recursos minerais do Estado de Rondônia**: texto explicativo do mapa geológico e de recursos minerais do Estado de Rondônia-escala 1:1.000.000. Porto Velho: CPRM, 2007. 116 p. il.
- RIBEIRO FILHO, W.; LUZ, J. da S.; ABREU FILHO, W. **Projeto Serra Azul**: reconhecimento geológico: relatório final. Goiânia: CPRM, 1975. v. 1.
- RIZZOTTO, G. J. (Org.). **Geologia e recursos minerais da folha Pimenteiras SD.20-X-D**: texto explicativo do mapa geológico e de recursos minerais da folha Pimenteiras. Porto Velho: CPRM, 2010. 136 p.
- RIZZOTTO, G. J. et al. **Carta geológica do Brasil ao milionésimo-Folha SC.20 Porto Velho**: Sistema de Informações Geográficas, escala 1:1.000.000. Brasília: CPRM, 2004a. 1 CD-ROM.
- RIZZOTTO, G. J. et al. **Carta geológica do Brasil ao milionésimo-Folha SD.20 Guaporé**: Sistema de Informações Geográficas, escala 1:1.000.000. Brasília: CPRM, 2004b. 1 CD-ROM.
- RIZZOTTO, G. J. et al. The Mesoproterozoic Guaporé suture in the SW Amazonian Craton: geotectonic implications based on field geology, zircon geochronology and Nd-Sr isotope geochemistry. **Journal of South American Earth Sciences**, v. 48, p. 271-295, 2013.
- RIZZOTTO, G. J. **Petrologia e geocronologia do Complexo Máfico-ultramáfico Trincheira, sudoeste do Cráton Amazônico**: implicações tectônicas do mesoproterozoico. 2012. 193 p. Tese (Doutorado em Ciências)-Instituto de Geociências. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.
- RODRIGUES, A. F. da S. (Coord.). **Economia do Brasil**. Brasília: DNPM, 2009. Cap. 7, p. 536-545.
- SANTAREM, P. C. et al. O cinturão de cisalhamento Guaporé nos estados de Mato Grosso e Rondônia: dados preliminares. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 37, 1992, São Paulo. **Boletim de Resumos Expandidos**. São Paulo: SBG, 1992. p. 321-322.
- SCANDOLARA, J. E. (Org.). **Geologia e recursos minerais do Estado de Rondônia**: texto explicativo e mapa geológico do Estado de Rondônia. Brasília: CPRM, 1999. 97 p.
- SCANDOLARA, J. E.; RIZZOTTO, G. J.; SILVA, L. C. da. Geologia da região de Nova Brasilândia, sudeste de Rondônia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 37, 1992, São Paulo. **Boletim de Resumos Expandidos**. São Paulo: SBG. Núcleo de São Paulo, 1992. v. 2. p. 154-156.
- SCHOBENHAUS, C. et al. **Mapa geológico do Brasil e da área oceânica adjacente incluindo depósitos minerais**. Escala 1:2.500.000. Brasília: DNPM; CPRM; PETROBRAS, 1981. Mapa color., 4 folhas.
- SINDICALC. Sindicato da Indústria de Calcário no Rio Grande do Sul, 2009. Site institucional. Disponível em: <<http://www.sindicalc.com.br>>. Acesso em: 17 maio 2009.
- SIQUEIRA, L. P. de. Bacia dos Parecis. **Boletim de Geociências da PETROBRAS**, v. 3, n. 1-2, jan/jun. 1989.
- SOEIRO, R. S. et al. **Projeto Prospecção de Carvão Energético em Rondônia**: relatório final. Porto Velho: CPRM, 1981. 84 p.
- SOPH. Sociedade de Portos e Hidrovias do Estado de Rondônia. 2012. Disponível em: <<http://www.soph.ro.gov.br/?p=308>>. Acesso em: 12 ago. 2013.
- SOUZA, E. C. de et al. **Projeto Noroeste de Rondônia**: relatório final. Porto Velho: CPRM, 1975. 12 v., il.
- SUSLICK, S. B. **Prospecção**: recursos e reservas; classificação e avaliação. 2008. (Notas de aula).
- WARD, S. H. Resistivity and induced polarization methods. **Geotechnical and Environmental Geophysics**, v. 1, p. 147-189, 1990.

LISTAGEM DOS INFORMES DE RECURSOS MINERAIS

LISTAGEM DOS INFORMES DE RECURSOS MINERAIS

SÉRIE METAIS DO GRUPO DA PLATINA E ASSOCIADOS

- Nº 01 - Mapa de Caracterização das Áreas de Trabalho (Escala 1:7.000.000), 1996.
Nº 02 - Mapa Geológico Preliminar da Serra do Colorado - Rondônia e Síntese Geológico-Metalogenética, 1997.
Nº 03 - Mapa Geológico Preliminar da Serra Céu Azul - Rondônia, Prospecção Geoquímica e Síntese Geológico- Metalogenética, 1997.
Nº 04 - Síntese Geológica e Prospecção por Concentrados de Bateia nos Complexos Canabrava e Barro Alto - Goiás, 1997.
Nº 05 - Síntese Geológica e Prospecção Geoquímica/Aluvionar da Área Migrantinópolis - Rondônia, 2000.
Nº 06 - Geologia e Prospecção Geoquímica/Aluvionar da Área Corumbiara/Chupinguaia - Rondônia, 2000.
Nº 07 - Síntese Geológica e Prospecção Geoquímica/Aluvionar da Área Serra Azul - Rondônia, 2000.
Nº 08 - Geologia e Resultados Prospectivos da Área Rio Branco/Alta Floresta - Rondônia, 2000.
Nº 09 - Geologia e Resultados Prospectivos da Área Santa Luzia - Rondônia, 2000.
Nº 10 - Geologia e Resultados Prospectivos da Área Nova Brasilândia - Rondônia, 2000.
Nº 11 - Síntese Geológica e Prospecção Geoquímica da Área Rio Madeirinha - Mato Grosso, 2000.
Nº 12 - Síntese Geológica e Prospectiva das Áreas Pedra Preta e Cotingo - Roraima, 2000.
Nº 13 - Geologia e Resultados Prospectivos da Área Santa Bárbara - Goiás, 2000.
Nº 14 - Geologia e Resultados Prospectivos da Área Barra da Gameleira - Tocantins, 2000.
Nº 15 - Geologia e Resultados Prospectivos da Área Córrego Seco - Goiás, 2000.
Nº 16 - Síntese Geológica e Resultados Prospectivos da Área São Miguel do Guaporé - Rondônia, 2000.
Nº 17 - Geologia e Resultados Prospectivos da Área Cana Brava - Goiás, 2000.
Nº 18 - Geologia e Resultados Prospectivos da Área Cacoal - Rondônia, 2000.
Nº 19 - Geologia e Resultados Prospectivos das Áreas Morro do Leme e Morro Sem Boné - Mato Grosso, 2000.
Nº 20 - Geologia e Resultados Prospectivos das Áreas Serra dos Pacaás Novos e Rio Cautário - Rondônia, 2000.
Nº 21 - Aspectos Geológicos, Geoquímicos e Potencialidade em Depósitos de Ni-Cu-EGP do Magmatismo da Baciado Paraná - 2000.
Nº 22 - Geologia e Resultados Prospectivos da Área Tabuleta - Mato Grosso, 2000.
Nº 23 - Geologia e Resultados Prospectivos da Área Rio Alegre - Mato Grosso, 2000.
Nº 24 - Geologia e Resultados Prospectivos da Área Figueira Branca/Indiavaí - Mato Grosso, 2000.
Nº 25 - Síntese Geológica e Prospecção Geoquímica/Aluvionar das Áreas Jaburu, Caracaraí, Alto Tacutu e Amajari - Roraima, 2000.
Nº 26 - Prospecção Geológica e Geoquímica no Corpo Máfico-Ultramáfico da Serra da Onça - Pará, 2001.
Nº 27 - Prospecção Geológica e Geoquímica nos Corpos Máfico-Ultramáficos da Suíte Intrusiva Cateté - Pará, 2001.
Nº 28 - Aspectos geológicos, Geoquímicos e Metalogenéticos do Magmatismo Básico/Ultrabásico do Estado de Rondônia e Área Adjacente, 2001.
Nº 29 - Geological, Geochemical and Potentiality Aspects of Ni-Cu-PGE Deposits of the Paraná Basin Magmatism, 2001.
Nº 30 - Síntese Geológica e Prospecção Geoquímica da Área Barro Alto - Goiás, 2010.

SÉRIE MAPAS TEMÁTICOS DE OURO - ESCALA 1:250.000

- Nº 01 - Área GO-09 Aurilândia/Anicuns - Goiás, 1995.
Nº 02 - Área RS-01 Lavras do Sul/Caçapava do Sul - Rio Grande do Sul, 1995.
Nº 03 - Área RO-01 Presidente Médici - Rondônia, 1996.
Nº 04 - Área SP-01 Vale do Ribeira - São Paulo, 1996.
Nº 05 - Área PA-15 Inajá - Pará, 1996.
Nº 06 - Área GO-05 Luziânia - Goiás, 1997.
Nº 07 - Área PA-01 Paru - Pará, 1997.
Nº 08 - Área AP-05 Serra do Navio/Cupixi - Amapá, 1997.

- Nº 09 - Área BA-15 Caripará - Bahia, 1997.
- Nº 10 - Área GO-01 Crixás/Pilar - Goiás, 1997.
- Nº 11 - Área GO-02 Porangatu/Mara Rosa - Goiás, 1997
- Nº 12 - Área GO-03 Niquelândia - Goiás, 1997.
- Nº 13 - Área MT-01 Peixoto de Azevedo/Vila Guarita - Mato Grosso, 1997.
- Nº 14 - Área MT-06 Ilha 24 de Maio - Mato Grosso, 1997.
- Nº 15 - Área MT-08 São João da Barra - Mato Grosso/Pará, 1997.
- Nº 16 - Área RO-02 Jenipapo/Serra Sem Calça - Rondônia, 1997.
- Nº 17 - Área RO-06 Guaporé/Madeira - Rondônia, 1997.
- Nº 18 - Área RO-07 Rio Madeira - Rondônia, 1997.
- Nº 19 - Área RR-01 Uaricaá - Roraima, 1997.
- Nº 20 - Área AP-03 Alto Jari - Amapá/Pará, 1997.
- Nº 21 - Área CE-02 Várzea Alegre/Lavras da Mangabeira/Encanto - Ceará, 1997.
- Nº 22 - Área GO-08 Arenópolis/Amorinópolis - Goiás, 1997.
- Nº 23 - Área PA-07 Serra Pelada - Pará, 1997.
- Nº 24 - Área SC-01 Botuverá/Brusque/Gaspar - Santa Catarina, 1997.
- Nº 25 - Área AP-01 Cassiporé - Amapá, 1997.
- Nº 26 - Área BA-04 Jacobina Sul - Bahia, 1997.
- Nº 27 - Área PA-03 Cuiapucu/Carará - Pará/Amapá, 1997.
- Nº 28 - Área PA-10 Serra dos Carajás - Pará, 1997.
- Nº 29 - Área AP-04 Tumucumaque - Pará, 1997.
- Nº 30 - Área PA-11 Xinguara - Pará, 1997.
- Nº 31 - Área PB-01 Cachoeira de Minas/Itajubatiba/Itapetim - Paraíba/Pernambuco, 1997.
- Nº 32 - Área AP-02 Tartarugalzinho - Amapá, 1997.
- Nº 33 - Área AP-06 Vila Nova/Iratapuru - Amapá, 1997.
- Nº 34 - Área PA-02 Ipitinga - Pará/Amapá, 1997.
- Nº 35 - Área PA-17 Caracol - Pará, 1997.
- Nº 36 - Área PA-18 Vila Riozinho - Pará, 1997.
- Nº 37 - Área PA-19 Rio Novo - Pará, 1997.
- Nº 38 - Área PA-08 São Félix - Pará, 1997.
- Nº 39 - Área PA-21 Marupá - Pará, 1998.
- Nº 40 - Área PA-04 Três Palmeiras/Volta Grande - Pará, 1998.
- Nº 41 - Área TO-01 Almas/Natividade - Tocantins, 1998.
- Nº 42 - Área RN-01 São Fernando/Ponta da Serra/São Francisco - Rio Grande do Norte/Paraíba, 1998.
- Nº 43 - Área GO-06 Cavalcante - Goiás/Tocantins, 1998.
- Nº 44 - Área MT-02 Alta Floresta - Mato Grosso/Pará, 1998.
- Nº 45 - Área MT-03 Serra de São Vicente - Mato Grosso, 1998.
- Nº 46 - Área AM-04 Rio Traíra - Amazonas, 1998.
- Nº 47 - Área GO-10 Pirenópolis/Jaraguá - Goiás, 1998.
- Nº 48 - Área CE-01 Reriutaba/Ipu - Ceará, 1998.
- Nº 49 - Área PA-06 Manelão - Pará, 1998.
- Nº 50 - Área PA-20 Jacareacanga - Pará/Amazonas, 1998.
- Nº 51 - Área MG-07 Paracatu - Minas Gerais, 1998.
- Nº 52 - Área RO-05 Colorado - Rondônia/Mato Grosso, 1998.
- Nº 53 - Área TO-02 Brejinho de Nazaré - Tocantins, 1998.
- Nº 54 - Área RO-04 Porto Esperança - Rondônia, 1998.
- Nº 55 - Área RO-03 Parecis - Rondônia, 1998.
- Nº 56 - Área RR-03 Uaricoera - Roraima, 1998.
- Nº 57 - Área GO-04 Goiás - Goiás, 1998.
- Nº 58 - Área MA-01 Belt do Gurupi - Maranhão/Pará, 1998.
- Nº 59 - Área MA-02 Aurizona/Carutapera - Maranhão/Pará, 1998.
- Nº 60 - Área PE-01 Serrita - Pernambuco, 1998.
- Nº 61 - Área PR-01 Curitiba/Morretes - Paraná, 1998.
- Nº 62 - Área MG-01 Pitangui - Minas Gerais, 1998.
- Nº 63 - Área PA-12 Rio Fresco - Pará, 1998.

- Nº 64 - Área PA-13 Madalena - Pará, 1998.
- Nº 65 - Área AM-01 Parauari - Amazonas/Pará, 1999.
- Nº 66 - Área BA-01 Itapicuru Norte - Bahia, 1999.
- Nº 67 - Área RR-04 Quino Maú - Roraima, 1999.
- Nº 68 - Área RR-05 Apiaú - Roraima, 1999.
- Nº 69 - Área AM 05 Gavião/Dez Dias - Amazonas, 1999.
- Nº 70 - Área MT-07 Araés/Nova Xavantina - Mato Grosso, 2000.
- Nº 71 - Área AM-02 Cauaburi - Amazonas, 2000.
- Nº 72 - Área RR-02 Mucajá - Roraima, 2000.
- Nº 73 - Área RR-06 Rio Amajari - Roraima, 2000.
- Nº 74 - Área BA-03 Jacobina Norte - Bahia, 2000.
- Nº 75 - Área MG-04 Serro - Minas Gerais, 2000.
- Nº 76 - Área BA-02 Itapicuru Sul - Bahia, 2000.
- Nº 77 - Área MG-03 Conselheiro Lafaiete - Minas Gerais, 2000.
- Nº 78 - Área MG-05 Itabira - Minas Gerais, 2000.
- Nº 79 - Área MG-09 Riacho dos Machados - Minas Gerais, 2000.
- Nº 80 - Área BA-14 Correntina - Bahia, 2000.
- Nº 81 - Área BA-12 Boquira Sul - Bahia, 2000
- Nº 82 - Área BA-13 Gentio do Ouro - Bahia, 2000.
- Nº 83 - Área BA-08 Rio de Contas/Ibitiara Sul - Bahia, 2000.
- Nº 84 - Área MT-05 Cuiabá/Poconé - Mato Grosso, 2000.
- Nº 85 - Área MT-04 Jauru/Barra dos Bugres - Mato Grosso, 2000.

SÉRIE OURO - INFORMES GERAIS

- Nº 01 - Mapa de Reservas e Produção de Ouro no Brasil (Escala 1:7.000.000), 1996.
- Nº 02 - Programa Nacional de Prospecção de Ouro - Natureza e Métodos, 1998.
- Nº 03 - Mapa de Reservas e Produção de Ouro no Brasil (Escala 1:7.000.000), 1998.
- Nº 04 - Gold Prospecting National Program - Subject and Methodology, 1998.
- Nº 05 - Mineralizações Auríferas da Região de Cachoeira de Minas - Municípios de Manaíra e Princesa Isabel - Paraíba, 1998.
- Nº 06 - Mapa de Reservas e Produção de Ouro no Brasil (Escala 1:7.000.000), 2000.
- Nº 07 - Resultados da Prospecção para Ouro na Área RS-01 - Lavras do Sul/Caçapava do Sul, Subárea Minas do Camaquã - Rio Grande do Sul, 2000.
- Nº 08 - Resultados da Prospecção para Ouro na Área RS-01 - Lavras do Sul/Caçapava do Sul, Subárea Ibaré - Rio Grande do Sul, 2000.
- Nº 09 - Resultados da Prospecção para Ouro na Área RS-01 - Lavras do Sul/Caçapava do Sul, Subárea Caçapava do Sul - Rio Grande do Sul, 2000.
- Nº 10 - Resultados da Prospecção para Ouro na Área RS-01 - Lavras do Sul/Caçapava do Sul, Subárea Passo do Salsinho - Rio Grande do Sul, 2000.
- Nº 11 - Resultados da Prospecção para Ouro na Área RS-01 - Lavras do Sul/Caçapava do Sul, Subárea Marmeleiro - Rio Grande do Sul, 2000.
- Nº 12 - Map of Gold Production and Reserves of Brazil (1:7.000.000 Scale), 2000
- Nº 13 - Resultados da Prospecção para Ouro na Área RS-01 - Lavras do Sul/Caçapava do Sul, Subárea Cambaizinho - Rio Grande do Sul, 2001.
- Nº 14 - Resultados da Prospecção para Ouro na Área RS-01 - Lavras do Sul/Caçapava do Sul, Subárea Passo do Ivo - Rio Grande do Sul, 2001.
- Nº 15 - Resultados da Prospecção para Ouro na Área RS-01 - Lavras do Sul/Caçapava do Sul, Subárea Batovi - Rio Grande do Sul, 2001.
- Nº 16 - Projeto Metalogenia da Província Aurífera Juruena-Teles Pires, Mato Grosso - Goiânia, 2008.
- Nº 17 - Metalogenia do Distrito Aurífero do Rio Juma, Nova Aripuanã, Manaus, 2010.

SÉRIE INSUMOS MINERAIS PARA AGRICULTURA

- Nº 01 - Mapa Síntese do Setor de Fertilizantes Minerais (NPK) no Brasil (Escala 1:7.000.000), 1997.

- Nº 02 - Fosfato da Serra da Bodoquena - Mato Grosso do Sul, 2000.
- Nº 03 - Estudo do Mercado de Calcário para Fins Agrícolas no Estado de Pernambuco, 2000.
- Nº 04 - Mapa de Insumos Minerais para Agricultura e Áreas Potenciais nos Estados de Pernambuco, Alagoas, Paraíba e Rio Grande do Norte, 2001.
- Nº 05 - Estudo dos Níveis de Necessidade de Calcário nos Estados de Pernambuco, Alagoas, Paraíba e Rio Grande do Norte, 2001.
- Nº 06 - Síntese das Necessidades de Calcário para os Solos dos Estados da Bahia e Sergipe, 2001.
- Nº 07 - Mapa de Insumos Minerais para Agricultura e Áreas Potenciais de Rondônia, 2001.
- Nº 08 - Mapas de Insumos Minerais para Agricultura nos Estados de Amazonas e Roraima, 2001.
- Nº 09 - Mapa-Síntese de Jazimentos Minerais Carbonatados dos Estados da Bahia e Sergipe, 2001.
- Nº 10 - Insumos Minerais para Agricultura e Áreas Potenciais nos Estados do Pará e Amapá, 2001.
- Nº 11 - Síntese dos Jazimentos, Áreas Potenciais e Mercado de Insumos Minerais para Agricultura no Estado da Bahia, 2001.
- Nº 12 - Avaliação de Rochas Calcárias e Fosfatadas para Insumos Agrícolas do Estado de Mato Grosso, 2008.
- Nº 13 - Projeto Fosfato Brasil - Parte I, 2011.
- Nº 14 - Projeto Fosfato Brasil - Estado de Mato Grosso - Áreas Araras/Serra do Caeté e Planalto da Serra, 2011.
- Nº 15 - Projeto Mineralizações Associadas à Plataforma Bambuí no Sudeste do Estado do Tocantins (TO) - Goiânia, 2012.
- Nº 16 - Rochas Carbonáticas do Estado de Rondônia, Porto Velho, 2015

SÉRIE PEDRAS PRECIOSAS

- Nº 01 - Mapa Gemológico da Fronteira Oeste do Rio Grande do Sul, 1997.
- Nº 02 - Mapa Gemológico da Região Lajeado/Soledade/Salto do Jacuí - Rio Grande do Sul, 1998
- Nº 03 - Mapa Gemológico da Região de Ametista do Sul - Rio Grande do Sul, 1998.
- Nº 04 - Recursos Gemológicos dos Estados do Piauí e Maranhão, 1998.
- Nº 05 - Mapa Gemológico do Estado do Rio Grande do Sul, 2000.
- Nº 06 - Mapa Gemológico do Estado de Santa Catarina, 2000.
- Nº 07 - Aspectos da Geologia dos Pólos Diamantíferos de Rondônia e Mato Grosso - O Fórum de Juína - Projeto Diamante, Goiânia, 2010.
- Nº 08 - Projeto Avaliação dos Depósitos de Opalas de Pedro II - Estado do Piauí, Teresina, 2015.

SÉRIE OPORTUNIDADES MINERAIS - EXAME ATUALIZADO DE PROJETO

- Nº 01 - Níquel de Santa Fé - Estado de Goiás, 2000.
- Nº 02 - Níquel do Morro do Engenho - Estado de Goiás, 2000.
- Nº 03 - Cobre de Bom Jardim - Estado de Goiás, 2000.
- Nº 04 - Ouro no Vale do Ribeira - Estado de São Paulo, 1996.
- Nº 05 - Chumbo de Nova Redenção - Estado da Bahia, 2001.
- Nº 06 - Turfa de Caçapava - Estado de São Paulo, 1996.
- Nº 08 - Ouro de Natividade - Estado do Tocantins, 2000.
- Nº 09 - Gipsita do Rio Cupari - Estado do Pará, 2001.
- Nº 10 - Zinco, Chumbo e Cobre de Palmeirópolis - Estado de Tocantins, 2000.
- Nº 11 - Fosfato de Miriri - Estados de Pernambuco e Paraíba, 2001.
- Nº 12 - Turfa da Região de Itapuã - Estado do Rio Grande do Sul, 1998.
- Nº 13 - Turfa de Águas Claras - Estado do Rio Grande do Sul, 1998.
- Nº 14 - Turfa nos Estados de Alagoas, Paraíba e Rio Grande do Norte, 2001.
- Nº 15 - Nióbio de Uaupés - Estado do Amazonas, 1997.
- Nº 16 - Diamante do Rio Maú - Estado da Roraima, 1997.
- Nº 18 - Turfa de Santo Amaro das Brotas - Estado de Sergipe, 1997.
- Nº 19 - Diamante de Santo Inácio - Estado da Bahia, 2001.
- Nº 21 - Carvão nos Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina, 1997.
- Nº 22 - Coal in the States of Rio Grande do Sul and Santa Catarina, 2000.

Nº 23 - Kaolin Exploration in the Capim River Region - State of Pará - Executive Summary, 2000.

Nº 24 - Turfa de São José dos Campos - Estado de São Paulo, 2002.

Nº 25 - Lead in Nova Redenção - Bahia State, Brazil, 2001.

SÉRIE DIVERSOS

Nº 01 - Informe de Recursos Minerais - Diretrizes e Especificações - Rio de Janeiro, 1997.

Nº 02 - Argilas Nobres e Zeolitas na Bacia do Parnaíba - Belém, 1997.

Nº 03 - Rochas Ornamentais de Pernambuco - Folha Belém do São Francisco - Escala 1:250.000 - Recife, 2000.

Nº 04 - Substâncias Minerais para Construção Civil na Região Metropolitana de Salvador e Adjacências - Salvador, 2001.

SÉRIE RECURSOS MINERAIS MARINHOS

Nº 01 - Potencialidade dos Granulados Marinhos da Plataforma Continental Leste do Ceará - Recife, 2007.

SÉRIE ROCHAS E MINERAIS INDUSTRIAIS

Nº 01 - Projeto Materiais de Construção na Área Manacapuru-Iranduba-Manaus-Careiro (Domínio Baixo Solimões) - Manaus, 2007.

Nº 02 - Materiais de Construção Civil na região Metropolitana de Salvador - Salvador, 2008.

Nº 03 - Projeto Materiais de Construção no Domínio Médio Amazonas - Manaus, 2008.

Nº 04 - Projeto Rochas Ornamentais de Roraima - Manaus, 2009.

Nº 05 - Projeto Argilas da Bacia Pimenta Bueno - Porto Velho, 2010.

Nº 06 - Projeto Quartzo Industrial Dueré-Cristalândia - Goiânia, 2010.

Nº 07 - Materiais de Construção Civil na região Metropolitana de Aracaju - Salvador, 2011.

Nº 08 - Rochas Ornamentais no Noroeste do Estado do Espírito Santo - Rio de Janeiro, 2012.

Nº 09 - Projeto Insumos Minerais para a Construção Civil na Região Metropolitana do Recife - Recife, 2012.

Nº 10 - Materiais de Construção Civil da Folha Porto Velho - Porto Velho, 2013.

Nº 11 - Polo Cerâmico de Santa Gertrudes - São Paulo, 2014.

Nº 12 - Projeto Materiais de Construção Civil na Região Metropolitana de Natal – Recife, 2015.

SÉRIE METAIS - INFORMES GERAIS

Nº 01 - Projeto BANEIO - Bacia do Camaquã - Metalogenia das bacias Neoproterozóico-eopaleozóicas do sul do Brasil, 2008

Nº 02 - Mapeamento Geoquímico do Quadrilátero Ferrífero e seu Entorno - MG – Rio de Janeiro, 2014.



INFORME DE RECURSOS MINERAIS

PROGRAMA GEOLOGIA DO BRASIL

Série Insumos Minerais para Agricultura, nº 16

ROCHAS CARBONÁTICAS DO ESTADO DE RONDÔNIA

O produto Informe de Recursos Minerais, parte integrante do Programa Geologia do Brasil, objetiva sistematizar e divulgar os resultados das atividades e projetos desenvolvidos pelo Serviço Geológico do Brasil – CPRM nos campos da geologia econômica, metalogênese, prospecção, pesquisa e economia mineral. Tais resultados são apresentados sob a forma de estudos, artigos, relatórios e mapas.

Este projeto, desenvolvido em parceria com o Governo do Estado de Rondônia, por intermédio da Secretaria de Agricultura, Pecuária e Regularização Fundiária – SEAGRI, visa suprir a demanda crescente de calcário no estado, através da pesquisa geológica para caracterização das rochas carbonáticas em áreas potenciais previamente identificadas, bem como o estudo de novas áreas potenciais com possibilidade de ocorrência deste recurso mineral, com conseqüente indução de produção local.

Reúne as informações geológicas e geoquímicas referentes às rochas carbonáticas, acrescidas de dados sobre a produção e consumo de calcário agrícola no Estado de Rondônia. Os principais alvos de rochas carbonáticas também foram objeto de amostragem e estudo geofísico para a identificação de possíveis cavidades e para o mapeamento de camadas de carbonato, além de levantamentos espeleológicos de detalhe na mina de calcário agrícola Félix Fleury e em outras áreas de ocorrências carbonáticas significativas.

Além de ser um instrumento para a formulação de políticas públicas, este produto auxilia na atração de investimentos no setor agromineral, fator importante para o crescimento econômico, cujos efeitos podem resultar na geração de emprego, renda e desenvolvimento social à luz da sustentabilidade e respeito ao meio ambiente.

Sede

SGAN- Quadra 603 – Conjunto J – Parte A – 1º andar
Brasília – DF – CEP: 70830-030
Tel: 61 2192-8252
Fax: 61 3224-1616

Escritório Rio de Janeiro

Av Pasteur, 404 – Urca
Rio de Janeiro – RJ Cep: 22290-255
Tel: 21 2295-5337 - 21 2295-5382
Fax: 21 2542-3647

Diretoria de Geologia e Recursos Minerais

Tel: 21 2546-0212 - 61 3223-1166
Fax: 21 2295-6196 - 61 3224-0687

Departamento de Recursos Minerais

Tel: 61 3223-7925 - Fax: 61 3225-9913

Divisão de Minerais e Rochas Industriais

Tel: 81 3316-1479 - Fax: 81 3316-1403

Diretoria de Relações Institucionais e Desenvolvimento

Tel: 21 2295-5837 - 61 3223-1059
Fax: 21 2295-5947 - 61 3323-6600

Residência de Porto Velho

Avenida Lauro Sodré, 2561 - Bairro Tanques
Porto Velho - RO - CEP: 78904-300
Tel.: 69 3901-3700
Fax: 69 3901-3702

Assessoria de Comunicação

Tel: 61 3321-2949 - Fax: 61 3321-2949
E-mail: asscomdf@cprm.gov.br

Divisão de Marketing e Divulgação

Tel: 31 3878-0372 - Fax: 31 3878-0370
E-mail: marketing@cprm.gov.br

Ouvidoria

Tel: 21 2295-4697 - Fax: 21 2295-0495
E-mail: ouvidoria@cprm.gov.br

Serviço de Atendimento ao Usuário – SEUS

Tel: 21 2295-5997 - Fax: 21 2295-5897
E-mail: seus@cprm.gov.br