

INFORME DE RECURSOS MINERAIS

PROGRAMA GEOLOGIA DO BRASIL

*Série Rochas e Minerais
Industriais, nº 10*

Insumos Minerais para a Construção Civil



PROJETO MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO CIVIL DA FOLHA PORTO VELHO

Porto Velho – 2013

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

**MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO CIVIL DA
FOLHA PORTO VELHO**

ESTADO DE RONDÔNIA

INFORME DE RECURSOS MINERAIS
Série Rochas e Minerais Industriais, nº 10



PORTO VELHO
2013

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

MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO CIVIL DA FOLHA PORTO VELHO
(SC.20-V-B-V)
ESTADO DE RONDÔNIA

INFORME DE RECURSOS MINERAIS

Série Rochas e Minerais Industriais, nº 10

Oliveira, Carlos Eduardo Santos

Materiais de Construção Civil da Folha Porto Velho (SC.20-V-B-V). / Carlos Eduardo Santos Oliveira, Ruben Sardou Filho. - Porto Velho: CPRM, 2013.

121 p. il., color., 3 mapas. (Informe de Recursos Minerais. Série Rochas e Minerais Industriais, n...)

1. Geologia Econômica. 2. Minerais Industriais. 3. Materiais de Construção. 4. Rondônia. 5. Porto Velho. I. Título. II. Série.

ISBN 978-85-7499-163-4

CDD: 553.09811

Direitos desta edição: Serviço Geológico do Brasil - CPRM

É permitida a reprodução desta publicação desde que mencionada a fonte.

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

MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO CIVIL DA FOLHA PORTO VELHO

ESTADO DE RONDÔNIA

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA

Edison Lobão
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

Thales de Queiroz Sampaio

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

Ruben Sardou Filho

Chefe da Divisão de Minerais e Rochas Industriais

João Henrique Gonçalves

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

Helena da Costa Bezerra

Chefe da Residência

Ruy Benedito Calliari Bahia

Coordenador Executivo

Anderson Alves de Souza

Assistente de Produção de Geologia e Recursos Minerais

Marcos Luiz do Espírito Santo Quadros

Assistente de Relações Institucionais e Desenvolvimento

Francisco de Assis dos Reis Barbosa

Assistente de Hidrologia e Gestão Territorial

Alex Santos Silva

Assistente de Administração e Finanças

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

MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO CIVIL DA FOLHA PORTO VELHO
ESTADO DE RONDÔNIA

EQUIPE TÉCNICA

Coordenação Geral

Francisco Valdir Silveira

Coordenação Técnica

Ruben Sardou Filho

Assistente de Produção de Geologia e Recursos Minerais

Anderson Alves de Souza

Assistente de Produção Relações Institucionais e Desenvolvimento

Marcos Luiz do E. S. Quadros

Executor do Informe

Carlos Eduardo Santos de Oliveira

Digitalização e Edição do Mapa

Carlos Eduardo Santos de Oliveira

Antônio Nascimento Silva Junior

Digitalização e Edição das Figuras

Carlos Eduardo Santos de Oliveira

Compatibilização e Revisão Geral

Carlos Eduardo Santos de Oliveira

Ruben Sardou Filho

Chefe do Projeto

Carlos Eduardo Santos de Oliveira

Normalização e Documentação

Terezinha de Jesus Fôro

Organização, Preparo e Controle da Edição Final

Alan Düssel Schiros

Washington José Ferreira Santos

COLABORADORES

Gilmar José Rizzotto

Marcos Luiz do Espírito Santo Quadros

João Batista Freitas de Andrade

Amilcar Adamy

Anderson Alves Souza

Maria da Guia Lima

Luis Carlos Melo Palmeira

Ruy Benedito Calliari Bahia

Cassiano Costa e Castro

Luiz Gilberto Dall'Igna

APOIO TÉCNICO

Terezinha de Jesus Fôro

Pâmela Emanuelle Silva

Maria Rosalva Campos Coelho

Antônio Nascimento Silva Junior

Mário Sergio dos Santos

Boaz Delfino de Souza

Luiz Rogério da Silva

Edição para publicação

UNIKA Editora

EDIÇÃO DO PRODUTO IMPRESSO

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
Divisão de Geoprocessamento – DIGEOP – João Henrique Gonçalves – SIG/GEOBANK

APRESENTAÇÃO

O Serviço Geológico do Brasil–CPRM, tem a grata satisfação de disponibilizar à comunidade técnico-científica, aos empresários do setor mineral e à sociedade em geral os resultados obtidos pelo Projeto Materiais de Construção Civil da Folha Porto Velho, mais um produto do Programa Geologia do Brasil (PGB). Os trabalhos desenvolvidos pelo projeto tiveram como objetivos, além de cartografia específica, produzir um diagnóstico do setor de mineração – exploração, produção, oferta, demanda -, estimular a instalação de novos empreendimentos na área, levantar dados que permitam a atividade mineira de forma sustentável, e fornecer subsídios para a formulação de políticas públicas e a minimização do impacto ambiental que a atividade provoca. A execução do projeto ocorre num momento em que se observa o crescimento exponencial da demanda por matérias-primas minerais utilizadas na construção civil, em especial do Estado de Rondônia. A área alvo deste projeto tomou como base a Folha Porto Velho (SC.20-V-B-V), abrangendo parte dos municípios de Porto Velho e Candeias do Jamari, em razão, do forte crescimento econômico destes. Obras públicas contempladas pelo Programa de Aceleração de Crescimento (PAC); tais como a construção das usinas hidrelétricas de Santo Antônio e Jirau, ampliação da rodovia BR-364 e a recuperação da BR-319, assim como a instalação de indústrias, pontes, viadutos e obras do setor imobiliário, têm consumido grandes volumes desses materiais. A área de cobertura do projeto possui 3.025 km², cuja a população é aproximadamente cerca de 450.000 habitantes. Os bens minerais estudados foram granito (brita), areia, argilas e cascalho. Este informe contempla o texto do relatório final dos trabalhos executados na região, contendo: análise de aspectos socioeconômicos da mineração; análise da atividade mineira; caracterizações de depósitos; além de mapas temáticos (geológico; potencial mineral e mapa de uso e ocupação do solo. Embora não tenha sido objeto principal do projeto, fez-se também necessário discutir o antagonismo, cada vez mais acentuado, entre mineração, preservação ambiental e expansão da mancha urbana. Nessa linha, o mapa temático de uso e ocupação do solo tem como proposta constituir bases para a busca de novas soluções para a relação entre meio ambiente e a mineração.

Este informe busca contribuir para enfatizar o papel da informação geológica como indutor no desenvolvimento do setor mineral no País, com efeitos na geração de empregos, renda e desenvolvimento social, à luz da sustentabilidade ambiental.

MANOEL BARRETTO DA ROCHA NETO
Diretor - Presidente
Serviço Geológico do Brasil - CPRM

ROBERTO VENTURA SANTOS
Diretor de Geologia e Recursos Minerais
Serviço Geológico do Brasil - CPRM

RESUMO

Este trabalho reúne uma série de informações de interesse do setor mineral da região de Porto Velho e Candeias do Jamari (Folha Porto Velho SC.20-V-B-V), Estado de Rondônia, enfocando os seus aspectos socioeconômicos, de infraestrutura, geológicos, de potencial mineral e direitos minerários, tendo como alvo os insumos minerais utilizados para a construção civil.

O relatório apresenta uma evolução na cartografia geológica, com a confecção de um mapa atualizado com novos dados de potencialidades e o resultado do estudo de alguns depósitos. Foi elaborada uma listagem onde constam jazimentos minerais, distribuídos entre ocorrências, depósitos e minas, em atividades ou paralisadas, compreendendo areia, argila, cascalho laterítico (material de empréstimo), granito (brita) e outros insumos associados como o pó de brita. Com base nessas informações, foram elaborados diversos mapas temáticos, a saber: geológico, de potencial mineral, e de uso e ocupação de solo.

Os insumos minerais foram descritos individualmente, enfocando-se aspectos tais como localização, tipologia de depósitos, caracterização tecnológica, reservas e fontes alternativas de suprimento. Vale destacar que das 259 ocorrências minerais listadas neste relatório, a grande maioria tem caráter inédito, uma vez que foram identificados através dos trabalhos de campo realizados, com destaque para as areias e argilas.

Enfatizou-se a caracterização tecnológica de areias e argilas utilizadas para construção civil, com a realização de análises granulométricas, análises mineralógicas sobre lupa binocular e ensaios cerâmicos.

Adicionalmente foi elaborado um diagnóstico técnico-econômico sobre os insumos minerais objetivados, levando em conta 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 Region of Porto Velho and Candeias do Jamari, Rondônia State, focusing on their socio-economic, infrastructure, geological, mineral potential and mining rights features, as well as the main mineral source used for the civil construction, which includes Project Construction Materials in the Region of Porto Velho.

This paper presents an evolution in the geological cartography, with the confection of an updated map with new mineral data and the result of the study of some deposits. Initially, it was made a list with mineral deposits, spread between occurrences, deposits in mines, in activity or paralyzed, corresponding to mineral inputs of uses in construction, including sand, clay, lateritic duricrust material and granite (crushed stone). Based on this information and from the development and superimposition of specific maps, thematic maps were prepared: geological map, mineral potential and land use.

Then, the mineral inputs were described individually, focusing on aspects related to their location, geological nature of their deposits, characterization, testing technology, geological resources and alternative sources of supply. It is noteworthy from the 259 minerals listed in this report, the majority is unpublished, because they were identified through field work done currently, with emphasis on the sands and clays.

It was emphasized the technological characteristics of sand and clay used for construction, with the, mineralogical analysis by grain binocular microscope, particle size analysis, testing Sieve and ceramic tests.

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, we proposed a mining land use, represented by a macro-zoning, bounded by three different areas.

SUMÁRIO

1 – INTRODUÇÃO.....	15
1.1 - HISTÓRICO E ASPECTOS SOCIOECONÔMICOS DE PORTO VELHO.....	15
1.2 - OBJETIVOS	17
1.3 - LOCALIZAÇÃO E ACESSO.....	19
1.4 - METODOLOGIA	19
2 – INSUMOS MINERAIS PARA CONSTRUÇÃO CIVIL	21
2.1 - CONCEITUAÇÃO	21
2.2 - PRINCIPAIS CAMPOS DE UTILIZAÇÃO DAS ROCHAS NA CONSTRUÇÃO CIVIL.....	22
2.2.1 - Agregados para concreto	22
2.2.2 - Agregados para sub-bases de rodovias	22
2.2.3 - Outras opções para agregados: agregados alternativos	23
2.3 - MATÉRIAS PRIMAS MINERAIS ABORDADAS	23
2.3.1 - Insumos Minerais Empregados na Construção Civil - Folha Porto Velho.....	23
2.3.2 - Argilas para Cerâmica e Cimento	23
3 – GEOLOGIA	25
3.1 - CONTEXTO GEOLÓGICO REGIONAL	25
3.2 - GEOLOGIA DA FOLHA PORTO VELHO	26
3.2.1 - Embasamento Cristalino	26
3.2.2 - Granitóides Tardi a Pós-orogênicos.....	26
3.2.3 - Coberturas Relacionadas ao Intemperismo	28
3.2.3.1 - Cobertura Laterítica.....	28
3.2.4 - Coberturas Sedimentares Cenozoicas	31
3.2.4.1 - Formação Rio Madeira (Q1rm- Q1rmi - Q1rmt).....	31
3.2.4.2 - Depósitos Colúvio-eluviais - NQc	33
3.2.4.3 - Cobertura Sedimentar Indiferenciada - NQi	33
3.2.4.4 - Sedimentos Aluvionares (Q2a) - Planíces Flúvias (Q2apa)	33
3.2.4.5 - Depósitos-lacustres - Q2la	35
4 – POTENCIAL MINERAL DA FOLHA PORTO VELHO	37
4.1- IDENTIFICAÇÃO DAS ÁREAS POTENCIAIS	37
4.2 - PERFIL DOS INSUMOS MINERAIS DA FOLHA PORTO VELHO	38
4.2.1 - Areia.....	38
4.2.2 - Argila para Cerâmica Vermelha e Branca.....	50
4.2.3 - Granito para brita.....	73
4.2.4 - Cascalho Laterítico	82
5 – MINERAÇÃO E MEIO AMBIENTE.....	91
5.1 - Metodologia de trabalho.....	91
5.2 - Impactos Decorrentes da Mineração	91
5.2.1 - Desmatamento e Remoção do Solo.....	91
5.2.2 - Erosão.....	92
5.2.3 - Assoreamento	93
5.2.4 - Impacto da Paisagem	94
5.2.5 - Poeiras, Ruídos, Vibrações e Ultra-lançamentos	94
5.3 - RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS.....	95
6 – ASPECTOS INSTITUCIONAIS	99
6.1 - LEGISLAÇÃO MINERÁRIA.....	99

6.2 - LEGISLAÇÃO AMBIENTAL.....	100
6.3 - LEGISLAÇÃO URBANA (PORTO VELHO E CANDEIAS DO JAMARI).....	100
6.4 - PANORAMA DOS DIREITOS MINERÁRIOS NA ÁREA DO PROJETO.....	100
7 – USO E OCUPAÇÃO DO SOLO	105
8 – CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	107
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	109
LISTAGEM DOS INFORMES DE RECURSOS MINERAIS.....	111
ANEXO I - CARTA GEOLÓGICA	117
ANEXO II - CARTA DE POTENCIALIDADES MINERAIS	121
ANEXO III - CARTA DE OCUPAÇÃO DE SOLOS	125

MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO CIVIL DA FOLHA PORTO VELHO

ESTADO DE RONDÔNIA

1 – INTRODUÇÃO

O Brasil viveu nos últimos anos um forte crescimento econômico e demográfico, em decorrência de um conjunto de políticas econômicas visando acelerar o crescimento econômico do país. A Região Amazônica particularmente recebeu investimentos em diversos setores como: geração de energia elétrica, ferrovias, hidrovias, aeroportos, transportes, linhas de transmissão, entre outros. O crescimento atual da economia do Brasil deflagrou um aumento em diversos setores, tais como: indústria, comércio, agroindústria e construção civil.

No setor da construção civil, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, o Brasil registrou em 2008 um crescimento maior do que no ano de 2007. De acordo com os dados do Índice Nacional de Construção Civil, este crescimento se deu principalmente pela elevação dos preços dos materiais de construção, que ficaram 13,78% mais caros. Na região Norte foi registrado o maior índice acumulado no ano de 2009 (13,33%), bem acima das regiões Nordeste (11,25%), Sudeste (11,66%), Sul (11,94%) e Centro Oeste (11,58%). Ainda segundo o Cadastro Geral de Empregados e Desempregados do Ministério do Trabalho e Emprego, o setor da construção civil bateu recordes em contratações de mão de obra, onde o Estado de Rondônia mostrou grande desempenho e participação na região Norte.

Em Rondônia, o aquecimento deste setor se deu principalmente na região de Porto Velho, com as obras das usinas hidrelétricas de Santo Antônio e Jirau, além da ampliação da rodovia BR-364 e da recuperação de parte da BR-319, a qual une Porto Velho a Manaus. Tem-se ainda a mencionar que a população dos municípios de Porto Velho e Candeias do Jamari vêm apresentando um crescimento econômico expressivo. Acompanhado nesse mesmo ritmo pelo setor da construção civil, com empreendimentos de grande porte (pontes e edifícios), médio porte (conjuntos residenciais e lojas comerciais) e pequeno porte (moradias).

Diante do exposto, torna-se necessário o investimento na pesquisa de recursos minerais, para garantir maior aporte de matéria prima utilizada na construção civil. O presente projeto intitulado de Materiais de Construção Civil da Folha Porto Velho visa justamente preencher esta lacuna. Este trabalho está inserido no Programa Geologia do Brasil, da Série Rochas e Mineral Industriais - do Subprograma Minerais para Construção Civil, que se refere à pesquisa geológica de insumos minerais para aplicação na indústria da construção civil. O conhecimento geológico é de fundamental importância para o planejamento e desenvolvimento sustentável de uma região, no sentido da tomada de decisões e o modo de exploração racional destes recursos.

1.1 - HISTÓRICO E ASPECTOS SOCIOECONÔMICOS DE PORTO VELHO

Em 15 de janeiro de 1873, o Imperador Dom Pedro II assinou o Decreto-Lei nº 5.024, autorizando navios mercantes de todas as nações a subirem o rio Madeira. Em decorrência, foram construídas modernas instalações de atracação em Santo Antônio, que passou a ser denominado Porto Novo.

O “porto velho” dos militares continuou a ser usado por sua maior segurança, apesar das dificuldades operacionais e da distância até Santo Antônio, ponto inicial da Estrada de Ferro Madeira-Mamoré.

Percival Farquhar, proprietário da empresa que afinal conseguiu concluir a ferrovia em 1912, desde 1907 usava o velho porto para descarregar materiais para a obra e, quando decidiu que o ponto inicial da ferrovia seria aquele (já na província do Amazonas), tornou-se o verdadeiro fundador da cidade que receberia o nome Porto Velho.

O município de Porto Velho teve sua fundação em 2 de outubro de 1914, quando ainda pertencia ao Estado do Amazonas, durante a construção da Estrada de Ferro Madeira-Mamoré, quando os rios Madeira e Mamoré representavam a alternativa para a logística de transporte de produtos e recursos naturais oriundos da Bolívia.

Desde meados do século XIX, nos primeiros movimentos para construir uma ferrovia que possibilitasse superar o trecho encachoeirado do rio Madeira (cerca de 380 km) e dar vazão à borracha produzida na Bolívia e na região de Guajará-Mirim, Santo Antônio do Madeira, província de Mato Grosso, foi a localidade escolhida para construção do porto onde o caucho seria transbordado para os navios, seguindo então para a Europa e os Estados Unidos da América.

As dificuldades de construção e operação de um porto fluvial, em frente aos rochedos da cachoeira de Santo Antônio, fizeram com que construtores e armadores utilizassem o pequeno porto amazônico localizado 7 km abaixo, em local muito mais favorável.

Em 1943, foi elevada à condição de capital e, juntamente com o município de Guajará-Mirim, passou a constituir o Território Federal do Guaporé, que em 1956 passou a ser denominado Rondônia, vindo a ser elevado à categoria de estado (subdivisão) em 4 de janeiro de 1982.

A cidade nasceu e cresceu a partir das instalações ferroviárias da Estrada de Ferro Madeira-Mamoré. Graças aos tantos ciclos econômicos que se seguiram (exploração de borracha e posteriormente de cassiterita e de ouro), o município foi se consolidando e acolhendo os imigrantes que hoje formam a sua

população. Moravam cerca de mil pessoas quando a obra da construção da estrada de ferro foi concluída, grande parte funcionários da empresa construtora.

Nos últimos anos Porto Velho recebeu 5 mil novas empresas, além de 30 mil novos empregos. Segundo a Federação das Indústrias do Estado de Rondônia - FIERO, o estado possui hoje a maior taxa de ocupação da população economicamente ativa da região Norte (94,6%) e a segunda menor taxa de desemprego do Brasil. O gráfico abaixo (Gráfico 1.1) mostra a evolução demográfica de Porto Velho.

A renda média do trabalhador porto-velhense é também a mais alta da região: R\$ 880,00, acima da

média nacional. O PIB de Porto Velho em 2009 foi de R\$ 5.218.343,00 e o PIB *per capita* R\$ 13.761,96. O significativo crescimento das exportações do estado, notadamente nos produtos industrializados, de maior valor agregado, mostra a ampliação da participação da indústria na formação do PIB, que era de 12% em 2005, 18% em 2010 e ultrapassar os 20% nos cinco anos subsequentes.

O município de Candeias do Jamari surgiu como “povoado” no cruzamento da BR-29 (hoje BR-364) com o rio Candeias, afluentes do rio Jamari, e ficou conhecida como Vila Candeias, em homenagem ao rio que banha a cidade.

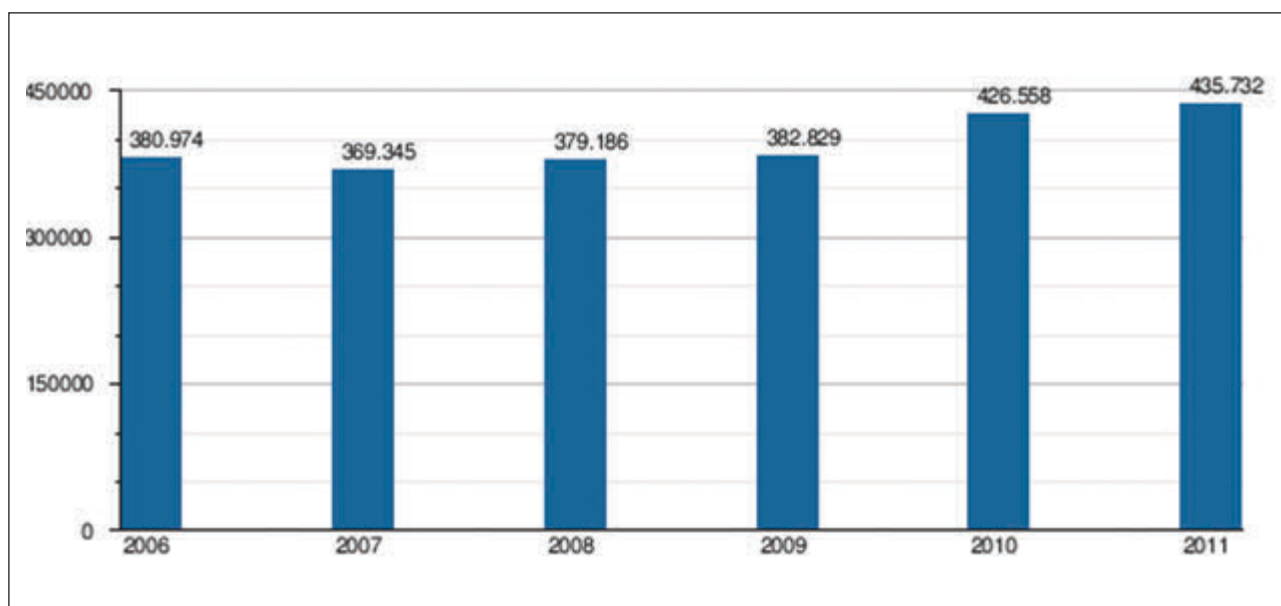


Gráfico 1.1– Evolução demográfica de Porto Velho – Fonte: IBGE

O município foi criado com o nome de Candeias do Jamari pela Lei nº 363, de 13 fevereiro de 1992, com área desmembrada do Município de Porto Velho.

Segundo o Informe Mineral da Amazônia realizado pelo Departamento Nacional de Produção Mineral - DNPM relativo ao biênio 2007/2008, o desenvolvimento das explorações na Região Amazônica tem revelado uma grande disponibilidade de recursos minerais, tanto bens minerais metálicos como não metálicos.

A disponibilidade destas reservas coloca os estados da Região Amazônica em um novo patamar de atividades do setor mineral, considerando a região como importante fronteira de desenvolvimento.

As principais substâncias produzidas no Estado de Rondônia neste biênio foram:

Metálicos – cassiterita com produção de 2.600 toneladas, apresentando uma queda de 59% em relação ao ano anterior;

Não metálicos – desponta a água mineral com produção de 60,5 milhões de litros – 15,7% do total da região, seguido de brita e cascalho com 4 milhões

de m³, aumento de 48% em relação ao relatório anterior. Argilas corresponderam a 119 mil toneladas enquanto a produção de areia foi de 45 mil toneladas.

Diferente dos minerais metálicos, as substâncias minerais utilizadas na indústria da construção civil são consumidas, em sua maioria, no próprio estado produtor. Assim, desagregando valores de beneficiamento, transformação e transporte destes bens. O mercado de bens minerais no Brasil movimentou cerca de R\$ 38,4 bilhões em 2007, onde os bens metálicos correspondem a 76,3% e os não metálicos com 23,7%. A Região Amazônica correspondeu a cerca de R\$ 9,6 bilhões deste, perfazendo 25% do total brasileiro.

Na Região Amazônica 90% dos bens minerais produzidos são relativos às substâncias minerais metálicas, impulsionados principalmente pelos minérios de ferro, cobre e alumínio. Diante do quadro apresentado, podemos observar que a relativa participação dos bens minerais não metálicos ainda é modesta, outro fator é que esta região continua mantendo elevados níveis de importação de outros estados. Entretanto, existem grandes perspectivas

de crescimento nesta área para suprir as necessidades principalmente da construção civil.

No setor de agregados da indústria da construção civil e água mineral foram comercializados R\$ 284 milhões (Informe Mineral da Amazônia), onde brita e cascalho representaram 64,8%, seguido pela indústria de água mineral com 21,5% da participação, argilas e argilo-minerais com 8,6% e o setor das rochas ornamentais com 5,1%.

A Tabela 1.1 apresenta o custo médio e índices da construção civil dos estados da região Norte do Brasil em abril de 2010. Pode-se observar que o estado de Rondônia apresentou um custo médio de R\$ 748,90, um pouco acima da média regional e nacional.

Segundo dados preliminares do Sindicato Nacional da Indústria do Cimento - SNIC, as vendas deste produto para o mercado interno brasileiro, acumu-

ladas durante o período de um ano (outubro/2009 a setembro/2010), atingiram 57,2 milhões de toneladas, apresentando crescimento de 12,0% sobre igual período anterior (outubro/2008 a setembro/2009).

Em setembro de 2010 foram vendidos 5,3 milhões de toneladas de cimento no mercado interno. No período de janeiro a setembro as vendas atingiram 43,7 milhões de toneladas no país. A região Norte teve aumento de 45% em relação o mesmo período do ano de 2009, superando todas as outras regiões do Brasil. Para efeito de exemplo, na segunda posição está a região Sul com 20%.

O Gráfico 1.2 resume o panorama do consumo de cimento na região Norte, que vem aumentando de forma exponencial na última década. Os dados do ano de 2010 mostram que o consumo foi o dobro que no ano de 2009, e que superou a expectativa da curva exponencial.

Tabela 1.1 - Custos médios e índices da construção civil, dos estados do norte do Brasil - abril de 2010.

Áreas Geográficas	Custos Médios	Números Índices	Variações Percentuais		
	(R\$ / m ²)	(DEZ/98=100)	(Mensal)	No Ano	12 meses
Brasil	730,66	258,32	0,37	2	5,86
Região Norte	740,91	257,64	0,45	3,54	8,05
Rondônia	748,9	284,27	0,91	12,97	16,74
Acre	767,75	281,75	0,33	1,71	9,36
Amazonas	767,88	244,18	0,45	1,62	6,17
Roraima	816,72	244,5	0,08	0,44	4,32
Pará	710,89	253,88	0,28	1,8	6,73
Amapá	707,9	260,44	0,12	4,24	5,8
Tocantins	747,28	260,2	0,7	2,08	6,05

Fonte: IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Índices de Preços, Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil.

Especificamente em Rondônia, no fim do ano de 2009, foi iniciada a implantação da fábrica de cimento de Porto Velho, pertencente ao Grupo Votorantim, sendo a primeira fábrica de cimento do estado e 6ª da região Norte.

Neste sentido a taxa produção / consumo de cimento reflete a demanda dos insumos minerais utilizados na construção civil no Município de Porto Velho.

1.2 - OBJETIVOS

O abastecimento de substâncias minerais para construção civil nas regiões urbanas do país tem sido agravada não somente pela expansão destas áreas, com potencial mineral, como também pelas atividades informais que acarretam consequentemente diversos tipos de impactos ambientais.

O Projeto Materiais de Construção Civil da Folha Porto Velho é uma ação do PGB da CPRM – Serviço Geológico do Brasil-, inserido no PAC.

O projeto foi executado no período de janeiro de 2009 a junho de 2012, pela CPRM através da Residência de Porto Velho (REPO).

Ainda não foi definida oficialmente a região metropolitana de Porto Velho, através de leis complementares estaduais, como várias outras regiões metropolitanas do nosso país. Estabeleceu-se então, como estratégia para consecução desses trabalhos, a Folha Porto Velho (SC. 20-V-B-V), numa área de aproximadamente 3.025 km² (Figura 1.1).

O projeto teve como objetivo o diagnóstico técnico-econômico sobre os principais insumos minerais utilizados pela construção civil – areia, brita (granito), argilas, na área de abrangência do projeto, compreendendo parte dos municípios de Porto Velho e Candeias do Jamari, com vistas a prover o setor produtivo de dados necessários para o suprimento sustentável desses recursos e disponibilizar informações técnicas que possibilitem a gestão da atividade mineira.

As etapas definidas para realização desses trabalhos foram as seguintes:

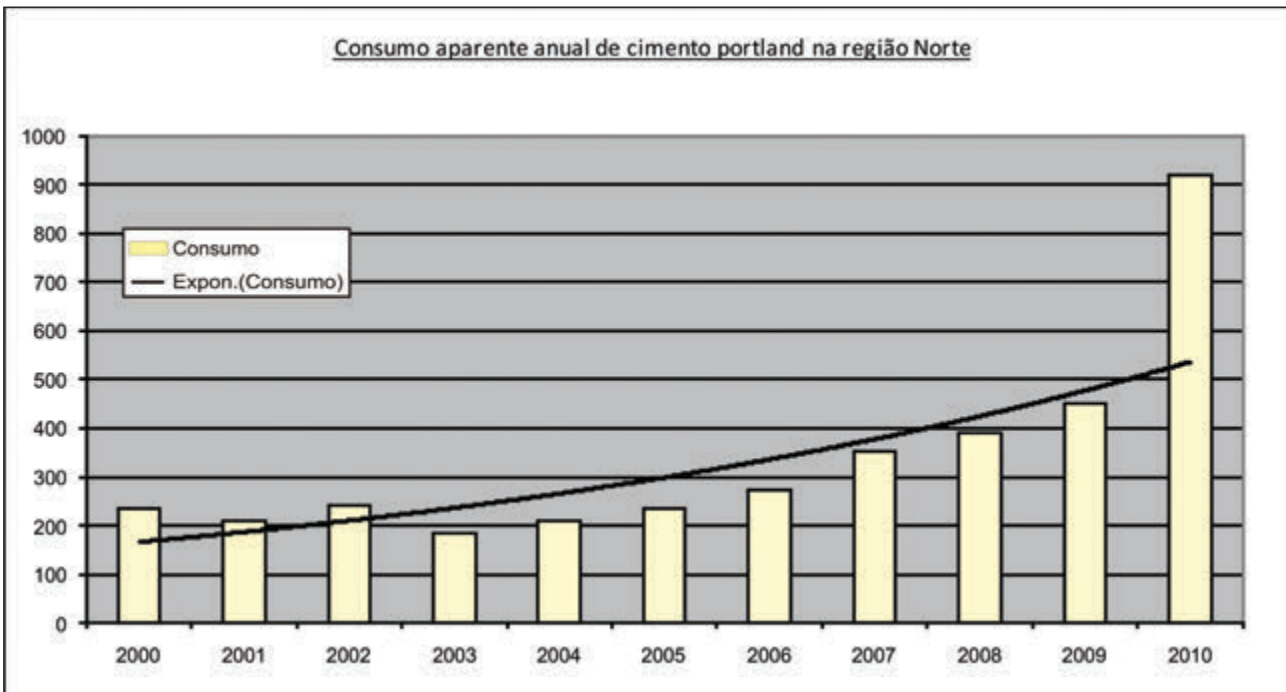


Gráfico 1.2 - Consumo aparente de cimento portland na região norte do Brasil. Fonte: Relatório anual da CNIC

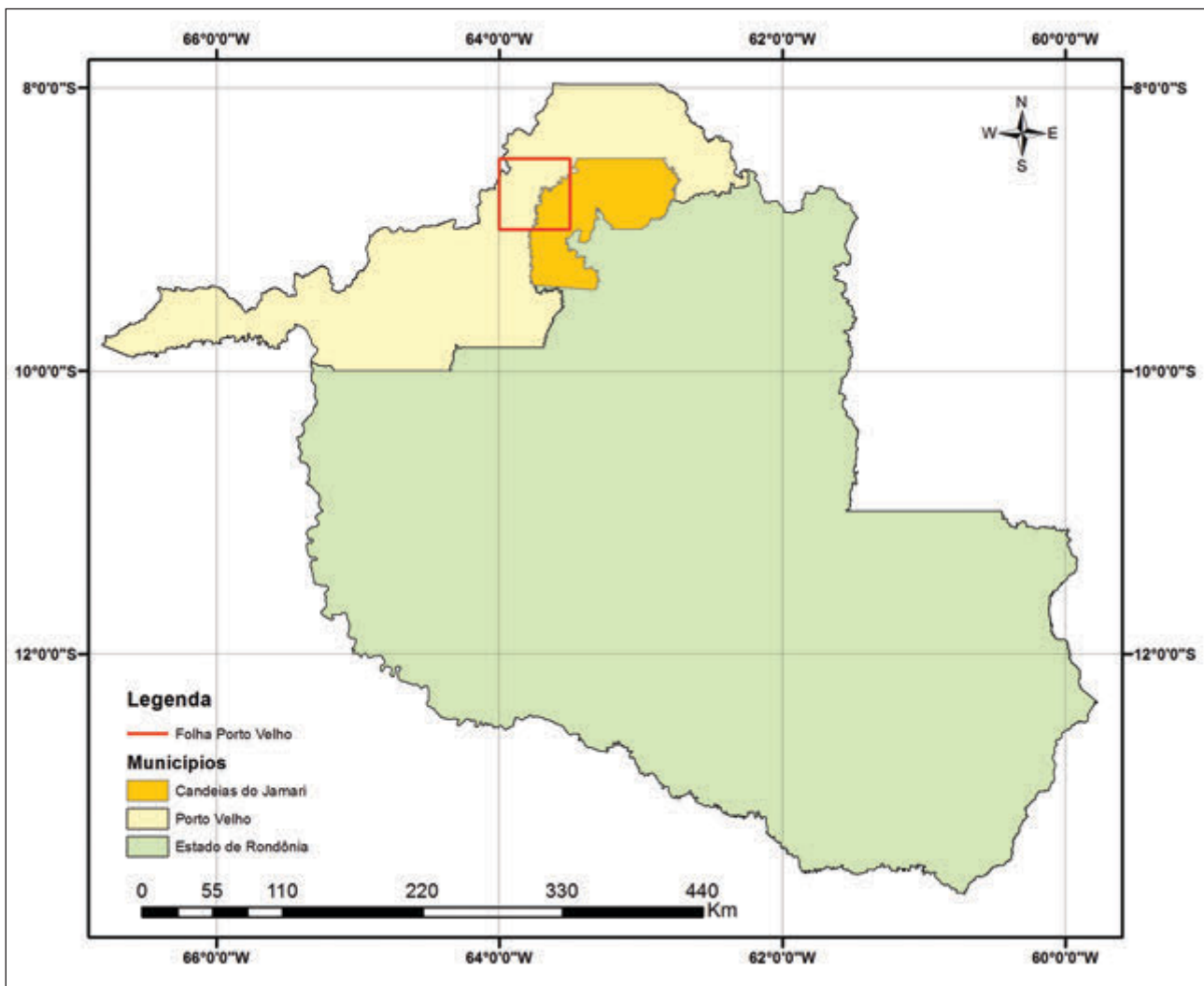


Figura 1.1 - Área do Projeto Materiais de Construção Civil da Folha Porto Velho (SC.20-V-B-V).

- Atividade de campo com a realização de estudos de viabilidade técnica e econômica para o aproveitamento das potencialidades minerais da região, através da pesquisa, cadastramento e avaliação de depósitos de materiais para emprego imediato na construção;
- Caracterização tecnológica de matérias primas através de análises laboratoriais (análise granulométrica) e ensaios tecnológicos;
- Confecção de novos mapas: geológico, de potencial mineral e de uso e ocupação do solo para a área proposta na escala de 1:100.000;
- Implementação de um Sistema de Informação Geográfica (SIG), possibilitando estabelecer cruzamentos de informações.

1.3 - LOCALIZAÇÃO E ACESSO

A área de pesquisa abrange a Folha Porto Velho, compreendendo parte dos municípios de Porto Velho e Candeias do Jamari (Figura 1.2), no Estado de Rondônia, estando inserida em um polígono regular de aproximadamente 3.000 km² de área, sendo a área banhada a NNW pelo rio Madeira e na sua porção central pelo rio Candeias.

Os acessos principais são feitos pelas rodovias BR-364 (Porto Velho-Cuiabá), BR-319 (Porto Velho-Manaus), BR-364 (Porto Velho-Guajará-Mirim) e várias outras estradas municipais.

1.4 - METODOLOGIA

O Projeto aborda os bens minerais areia, argila, granito para brita e cascalho laterítico ocorrentes dentro da Folha Porto Velho, compreendendo parte dos municípios de Porto Velho e Candeias do Jamari, onde alguns abastecem a área alvo do projeto e regiões circunvizinhas, além de municípios dos estados do Acre (Rio Branco) e Amazonas (Humaitá).

Este trabalho inicialmente foi efetivado o levantamento de dados pré-existentis: geologia, recursos minerais, uso e ocupação do solo, áreas de conservação ambiental, planos diretores municipais,

planos diretores de mineração, etc. Em seguida foram coletadas informações em campo, entrevistas com produtores e suas associações e entidades sindicais, preenchimento de questionários para coleta de informações, ideias e sugestões, de registros publicados por órgãos federais, estaduais e municipais.

Para a elaboração dos mapas temáticos preliminares de geologia, ocorrências e potencialidade por substância mineral, foram utilizados dados de integração e interpretação de imagens de fotossensores, além da compilação de trabalhos anteriores: Projeto Porto Velho-Abunã, 1990; Mapa Geológico de Rondônia, 2007 e o Projeto Argilas de Porto Velho – Primeira e Segunda Fase (1978, 1979).

Também foram efetuadas consultas a sistemas de disponibilização de dados oficiais referentes a títulos minerários do DNPM. Dados do projeto Prodes para uso e ocupação do solo e do SIPAM (áreas com impedimentos ambientais), propiciando a confecção de mapa de uso e ocupação do solo na escala de 1:100.000.

Para os trabalhos de campo foi realizado o cadastramento de ocorrências minerais; controles geológicos de depósitos minerais; amostragem de matérias-primas; caracterização de novas ocorrências e áreas potenciais; levantamento de dados, através de aplicação de questionários sobre o mercado produtor (minas, cerâmicas) e consumidor (depósitos e pontos de venda de materiais para construção civil), dando origem ao diagnóstico técnico-econômico (mercado produtor, mercado consumidor, rotas de comercialização, gargalos na produção, novos depósitos descobertos).

Como parte deste trabalho foi realizada a caracterização tecnológica de matérias-primas em produção ou identificadas.

Este trabalho propiciou a formatação de sugestões de diretrizes e ações para organização, inovação e sustentabilidade da produção mineral de bens para a construção civil.

Foi desenvolvido o SIG para organização, manipulação e apresentação de dados, contendo as informações antes destacadas e outras julgadas interessantes, em linguagem e estrutura compatível com aquelas já contidas no Geobank, do SGB/CPRM.

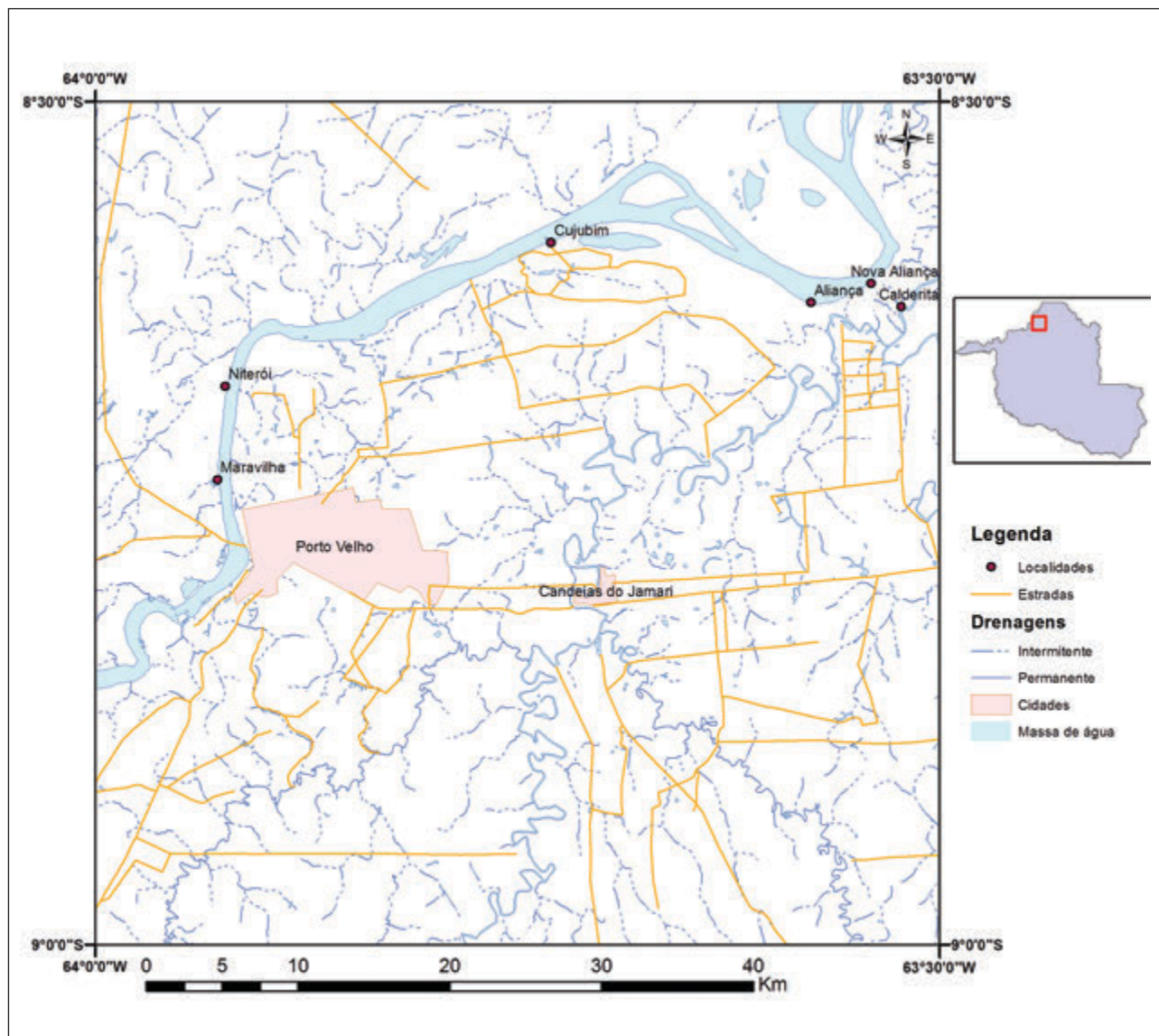


Figura 1.2 - Folha Porto Velho SC.20-V-B-V.

2 – INSUMOS MINERAIS PARA CONSTRUÇÃO CIVIL

2.1 - CONCEITUAÇÃO

Os materiais de valor que o homem extrai do Planeta Terra em atividade industrial incluem: (1) metais e depósitos metálicos; (2) combustíveis minerais, incluindo os combustíveis fósseis; (3) água subterrânea e (4) grande número de substâncias não incluídas nas categorias anteriores. Este último grupo é chamado do grupo dos não metálicos ou rochas e minerais industriais (Bates, 1969).

Existe uma discordância entre autores a respeito da classificação das substâncias não metálicas, sendo que alguns preferem separar em dois distintos grupos de substâncias minerais:

Substâncias não metálicas: areias, argilas, brita, cascalho e água subterrânea;

Substâncias minerais industriais: que são areia industrial, fosfato, caulim, calcário carbonático, filito e talco.

Outra forma de classificação para estes bens minerais seria de minerais não metálicos de forma generalizada, a qual pode ser dividida em materiais de construção civil, matérias primas para fertilizantes e minerais industriais (Figura 2.1).

A descrição clássica do termo rochas e minerais industriais incorporam todas as rochas e minerais predominantemente não metálicos, incluindo os sintéticos de origem mineral, por suas propriedades físicas e/ou químicas. Podem ser utilizadas em processos industriais, com maior ou menor valor agregado, ou como aditivo, diretamente como lavado, ou após o beneficiamento e processamento (Bizzi, 2003; Harben 1999).

Segundo Luz (2005), os insumos minerais designados como Rochas e Minerais Industriais possuem uma ampla descrição e podem ser classificados nas categorias abaixo:

1. Insumos para a construção civil ou estruturais: agregados, matérias para cimento, rochas e pedras ornamentais, argila para cerâmica e artefatos para uso na construção civil.
2. Materiais para indústria química: barita, bauxita, fluorita, cromita e pirita.
3. Cerâmicos: argilas, caulim, feldspatos, talco e sílica.
4. Refratários: magnesita, bauxita, cromita e grafita.
5. Isolantes: amianto, vermiculita e mica.
6. Fundentes: fluorita, calcário e criolita.
7. Abrasivos: diamante, granada, quartzito e coríndon.
8. Minerais de carga: talco, gipsita, barita, caulim e calcita.
9. Pigmentos: barita e minerais de titânio.
10. Agro-minerais (minerais e rochas para agricultura): fosfato, calcário, sais de potássio, feldspato e flogopita.
11. Minerais ambientais: bentonita, atapulgita, zeólitas e minerais utilizados no tratamento de efluentes.

O termo insumos minerais abrange os agregados utilizados para construção civil que são os materiais granulares, sem forma e volume defini-

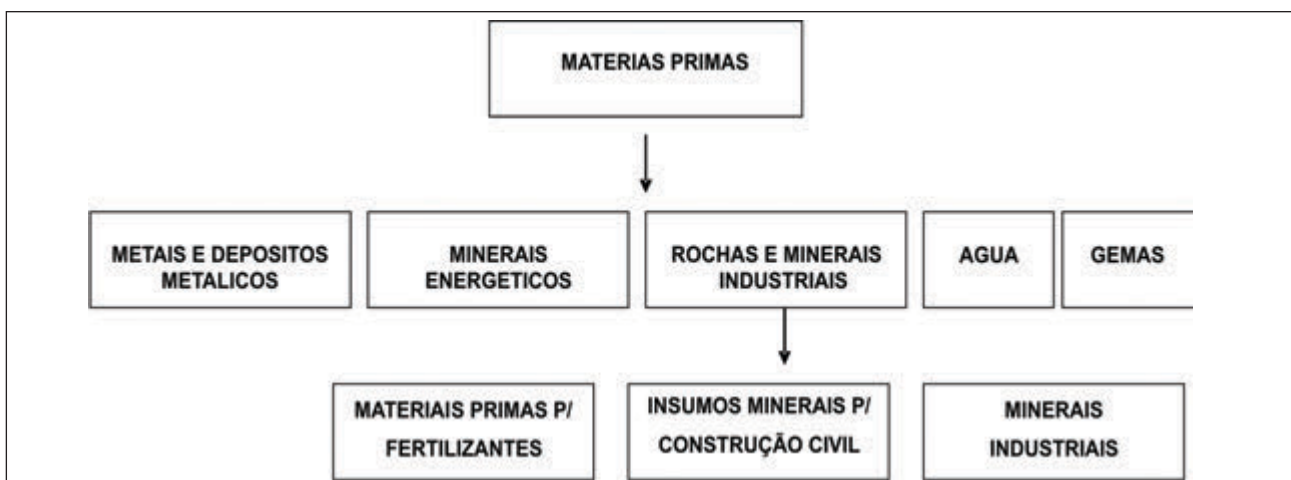


Figura 2.1 - Organograma simplificado de classificação das substâncias minerais.

dos, de dimensões e propriedades estabelecidas para o uso em construção civil.

Segundo Gonçalves (2008) os agregados de densidade normal mais utilizados na construção civil incluem: (a) Agregados miúdos, com granulometria entre 0,15 e 4,8 mm representados por areia e areia de britagem. (b) Agregados graúdos, com granulometria entre 4,8 e 75 mm, representados por brita e cascalho.

Os agregados podem ser classificados quanto a origem (natureza): agregados naturais produzidos a partir de rochas ígneas ou vulcânicas e agregados produzidos (artificiais) que são os materiais derivados de tratamentos térmicos (400 – 1000 °C), as argilas sintetizadas e as escórias de alto forno granuladas.

Em relação a densidade, os agregados são subdivididos em normais e leves. Os normais são aqueles de uso mais frequente na construção civil, que incluem os agregados miúdos e graúdos, areias depositadas em leitos de rios, areia lavada e solos de alteração. Os agregados leves compreendidos pelas argilas (DNPM, 2009).

Outros tipos de agregados utilizados na construção civil são: saibro (mistura natural de cascalho e material argiloso para sub-base de estradas) terra de reboco (mistura natural de areia e argila para argamassa de cimento), pedrisco/gravilhão (agregado natural fragmentado de 4,8 a 12,5 mm), pó de pedra (resíduos de britagem menores que 6,3mm), filer (resíduos de britagem menores que 0,15 mm usado no fabrico de asfalto) e argila.

2.2 - PRINCIPAIS CAMPOS DE UTILIZAÇÃO DAS ROCHAS NA CONSTRUÇÃO CIVIL

2.2.1 - Agregados para concreto

São aqueles materiais que, no desenvolvimento do concreto, são adicionados à massa de cimento e água, aumentando a massa e diminuindo o gasto com cimento. Representa oitenta por cento do peso do concreto e aumenta a resistência do mesmo. O tamanho, a densidade e a forma dos grãos podem variar para a melhor adequação das características técnicas de aproveitamento do concreto (Figura 2.2).

2.2.2 - Agregados para sub-bases de rodovias

Consiste na utilização de solos naturais, cascalho laterítico, agregados naturais, ou misturas artificiais de solos e/ou cascalho, ou ainda de qualquer combinação desses materiais que após o umedecimento e compactação, ofereçam boas condições de estabilidade. Os cascalhos lateríticos e solos finos de comportamento laterítico são utilizados para sub-base, após a devida estabilização granulométrica. A grande vantagem da utilização deste material para pavimentação é pelo fato do seu baixo custo e investimentos reduzidos, tendo em vista a abundância destes materiais na região.

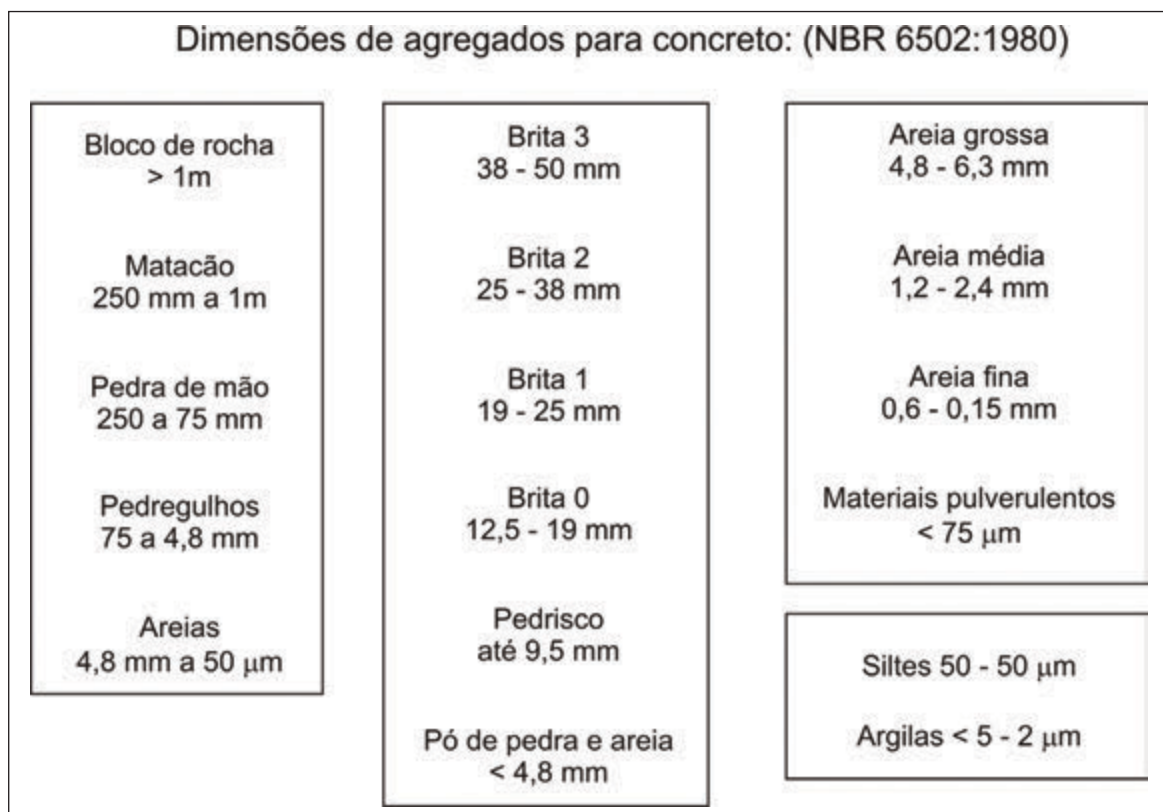


Figura 2.2 - Classificação das dimensões dos agregados para concreto segundo a norma NBR 6502:1980. Adaptado de Mehta & Monteiro (1994).

2.2.3 - Outras opções para agregados: agregados alternativos

Segundo Tannus (1997), é denominado de agregado alternativo (sintético) o material de rejeitos ou subprodutos de processos industriais. No país inteiro cresce a utilização de agregados alternativos, principalmente em cidades do sudeste.

Em Porto Velho as opções para este tipo de utilização são as areias oriundas do processo de britagem de rocha para produção de agregados graúdos. Este material é chamado de finos de pedreiras ou pó de pedra, e tem sua utilização em concretos de cimento do tipo *Portland*, isoladamente, ou em mistura com areia natural.

Outra opção deste tipo de agregado são os resíduos de construção e demolição (RCD) comumente chamados de “entulho”. Têm um uso ainda discreto em todas as regiões do país, apesar da destinação final destes resíduos causarem grande impacto ambiental, pela forma desordenada de deposição gerando ônus para a administração pública. Entretanto em alguns nichos tem mostrado a viabilidade de aproveitamento como agregados de concretos não estruturais e pavimentação de estradas secundárias.

2.3 - MATÉRIAS PRIMAS MINERAIS ABORDADAS

2.3.1 - Insumos Minerais Empregados na Construção Civil - Folha Porto Velho

Dentre os insumos minerais produzidos na região da Folha Porto Velho, podemos destacar:

Areia, quanto a granulometria e aplicação: areia fina (0,6 - 0,15 mm - reboco), areia média (1,2 - 2,4 mm - areia de levante e/ou areia de reboco) e a areia lavada/grossa (4,8 – 6,3 mm - concreto e contrapiso), sendo este último com a produção focada nos areais do rio Candeias (Figura 2.3 e Figura 2.4).



Figura 2.3 - Exatracção de areia lavada no leito do rio Candeias, com a utilização de draga para mobilização do material do fundo do rio para pátio de armazenamento.

Cascalho laterítico, produto da erosão da crosta laterítica, a qual é uma rocha formada a partir do intemperismo físico-químico das rochas e seus minerais. É bastante comum na região amazônica e muito utilizada, como sub-base na pavimentação de ruas em etapa antes da manta asfáltica e como material de empréstimo para cascalhamento de estradas vicinais e aterros; apresenta uma variação de cascalho grosso (matação) para cascalho médio e cascalho fino (Figura 2.5).

As rochas graníticas existentes e identificadas na região da Folha de Porto Velho destinam-se exclusivamente para fins de britagem, produzindo britas de diversas especificações que variam de acordo com sua aplicação como agregado para construção civil, além do pedrisco e pó de brita (Figura 2.6).

2.3.2 - Argilas para Cerâmica e Cimento

Na região da Folha Porto Velho a argila é utilizada para duas principais finalidades: indústria cerâmica



Figura 2.4 - Exatracção de areia de barranco (areia média para reboco). Município de Candeias do Jamari



Figura 2.5 - Retirada de cascalho laterítico para pavimentação de estradas vicinais. Estrada de Santo Antônio.

mica e indústria cimenteira. A primeira, na indústria da cerâmica vermelha, preferencialmente distribuída em olarias próximas da cidade de Porto Velho (Figura 2.7), principalmente para o fabrico de tijolos. A argila é a principal matéria prima para a cerâmica vermelha. No caso de Porto Velho, a argila laterítica possui grande teor de ferro e alumínio na sua composição. A segunda finalidade, como componente estrutural no fabrico do cimento pozolânico (Figura 2.8).



Figura 2.6 - Mina de material granítico, utilizado para brita. Estrada de Santo Antônio.

Foram identificados depósitos de material argiloso, correspondentes a zona mosqueada, em perfis de alteração de rochas graníticas. A argila caulínica entra na composição do cimento pozolânico, diminuindo a quantidade de calcário na composição final do produto. As características desta argila caulínica propiciou a criação de um polo produtor de cimento com a instalação de uma fábrica de grande porte na divisa dos municípios de Porto Velho e Candeias do Jamari.



Figura 2.7 – Pátio de armazenamento do material argiloso para cerâmica vermelha. Cerâmica JK.



Figura 2.8 – Lavra de material argiloso, utilizado para cimento pozolânico. Mina Votorantim, município de Candeias do Jamari.

3 – GEOLOGIA

3.1 - Contexto Geológico Regional

A região de Porto Velho - Candeias do Jamari está situada na porção sudoeste do Cráton Amazônico (Almeida 1974, 1978, Tassinari & Macambira, 1999, Santos *et al* - Figura 3.1). Os setores nordeste e sudoeste dessa região pertencem às províncias Rio Negro – Juruena e Rondoniana respectivamente.

O Projeto Porto Velho-Abunã (Adamy & Romani, 1990) apresenta o mapeamento geológico na escala 1:100.000, da faixa de área homônima, além do projeto Argilas de Porto Velho – Primeira e Segunda Fase (Sousa, 1978), que possui várias sondagens e dados técnicos no estudo de argilas, nas proximidades de Porto Velho. Estes projetos serviram como referência para a confecção do mapa geológico na escala 1:100.000 deste trabalho.

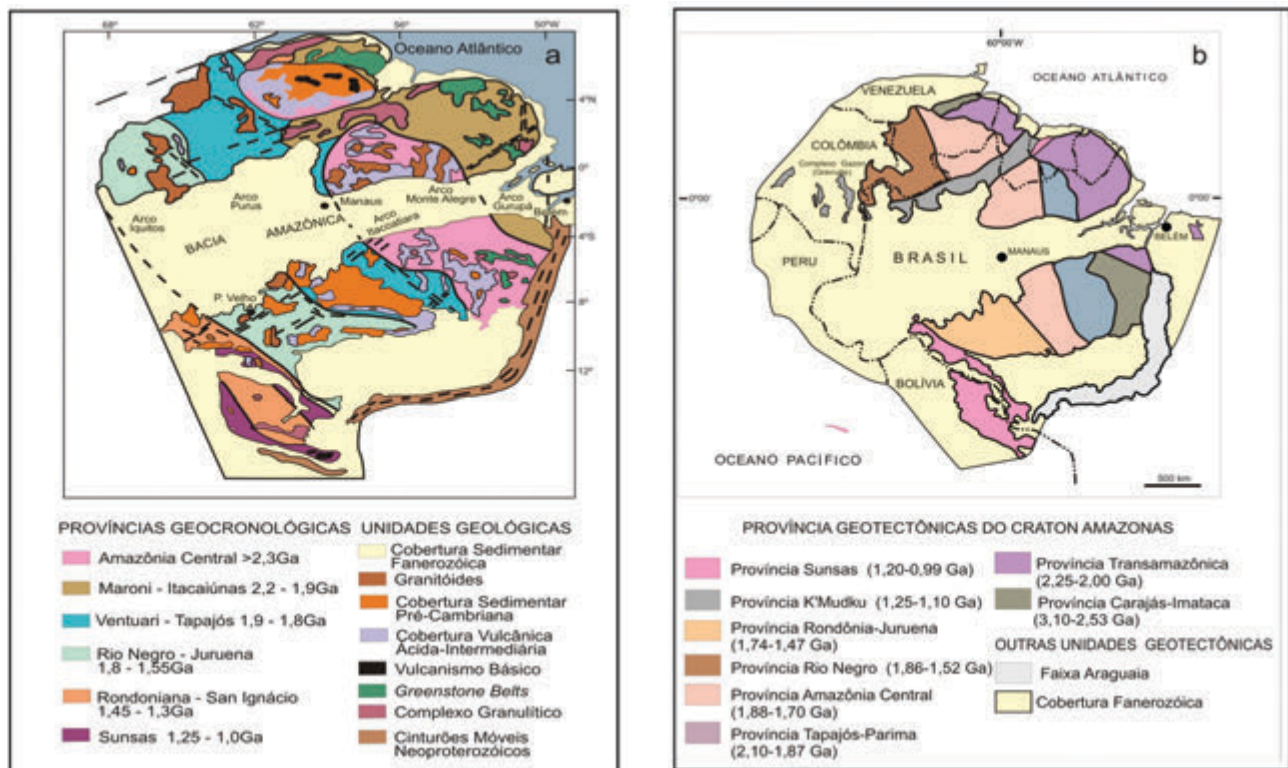


Figura 3.1 – Províncias geocronológicas do Cráton Amazônico, segundo Tassinari & Macambira 1999 (a) e Santos *et al.* 2003 (b).

As rochas mais antigas presentes na área da Folha Porto Velho estão relacionadas ao Complexo Jamari (Isotta, 1978), que constitui o embasamento cristalino da região. Este complexo inclui rochas polideformadas e metamorfasadas em médio a alto grau, constituída por gnaisses, migmatitos, granitos, anfíbolitos e granulitos, gerados há cerca de 1,7 bilhões de anos e metamorfasados há aproximadamente 1,3 bilhões de anos.

Cortando o embasamento ocorrem rochas relacionadas ao episódio magmático da Suíte Intrusiva Serra da Providência (Rizzotto & Quadros, 2007). Trata-se de uma suíte pós-orogênia a anorogênia de granitos *rapakivi*, com aproximadamente 1,55 Ga, representada por rochas sienograníticas a monzograníticas, charnockíticas, piterlíticas a viboríticas, além de máficas associadas. Contém xenó-

litos de rochas gnáissicas do Complexo Jamari e de eventos mais recentes, como os granitóides tardi a pós-orogênicos das suítes Intrusivas Santo Antônio e Teotônio.

Durante o evento Rondoniano, foram intrudidos plutons graníticos da Suíte Intrusiva Santo Antônio (Payolla, 1994) que é constituída por rochas sieno a monzograníticas com presença da textura *rapakivi* com a idade de 1,2 bilhões de anos.

As rochas cenozoicas estão representadas por sedimentos aluvionares argilosos, argilo-siltosos e arenosos da Formação Rio Madeira (Quadros, 2007); coberturas lateríticas associadas ao intemperismo regional, depósitos colúvio-aluvionares e níveis nodulares lateríticos. Ainda são observados sedimentos holocênicos associados a depósitos aluvionares e depósitos pantanosos.

3.2 - GEOLOGIA DA FOLHA PORTO VELHO

3.2.1 - Embasamento Cristalino

Complexo Jamari - PP4ja

As rochas desse complexo estão restritas a poucos afloramentos, expostos durante o período de estiagem na drenagem do rio Preto, situado na porção sudeste da área de pesquisa, observadas na forma de xenólitos métricos nos granitos da Suíte Intrusiva Serra da Providência. São biotita-gnaisses finos, cinza esbranquiçados, granulação fina a média, anisotrópicos com estruturas migmatíticas do tipo *schliren*. Possui enclaves máficos de forma elíptica, concordante com o bandamento gnáissico (Figura 3.2).



Figura 3.2 – Afloramento de gnaiss do Complexo Jamari, na forma de xenólitos em granitos da Suíte Intrusiva Serra da Providência, ressaltando o bandamento gnáissico.

Suíte Intrusiva Serra da Providência - MP2Yp

Esta unidade ocorre na porção leste da área, restringindo-se a alguns afloramentos pouco expressivos, comumente subordinados a perfis de intemperismo nos grandes corpos aflorantes no extremo leste da mesma. São granitos isotrópicos, observadas as fácies biotita-sienogranito, hornblenda-biotita sienogranito, biotita-monzogranito com titanita, titanita-hornblenda-biotita monzogranito. Este conjunto de fácies mostra variação de titânio, hornblenda e biotita (Figura 3.3).

São rochas de granulação média a grossa, variando de equigranular a inequigranular, leucocráticas de cores rósea a cinza claro. São observadas fraturas conjugadas no *trend* N50E, onde predominam fraturas fechadas. É comum observar na maioria das fácies graníticas a presença da textura *rapakivi*.

Os hornblenda-biotita-monzogranitos, contém fenocristais euédricos a ovalados de micro-

clínio de até 5 cm de diâmetro, e frequentemente manteados por uma fina auréola cinza-esbranquiçada de plagioclásio.

Os sienogranitos são leucocráticos, de granulação média a grossa, contendo biotita e hornblenda e ocorrências de titanita, allanita e epidoto como minerais acessórios.

3.2.2 - Granitóides Tardi a Pós-orogênicos

Suíte Intrusiva Santo Antônio - MP2Ysa

O primeiro relato sobre a ocorrência de granitos na região da cachoeira Santo Antônio deve-se a Souza & Marques (1974), que os denominaram de Granito Porfiroblástico Santo Antônio. Seguiram-se os trabalhos de Isotta *et al.* (1978) e Adamy & Romanini (1990). Estes autores descrevem na localidade de Jaci-Paraná granitos *rapakivi*, além de tipos porfiríticos, equigranulares e pórfiros, denominando-os de Granitos tipo Serra da Providência.

Payolla (1994) denominou de Suíte Intrusiva Santo Antônio três variedades de granitóides, com evidências de interação com magmas máficos, sendo constituídos por: a) biotita-monzogranito de granulação grossa, equigranular a porfirítico e sienogranito com esparsas texturas *rapakivi*; b) biotita-monzogranito equigranular de granulação média; c) quartzo monzonito equigranular. Diques pegmatíticos e aplíticos, rochas híbridas e diques de diabásio sin-plutônicos são outros litotipos associados à suíte.

Esta unidade está associada aos granitos rondonianos, de natureza isotrópica que ocorrem na porção sudoeste da área, na forma de batólito com extensão de aproximadamente 19 km no seu maior eixo, por 12 km no menor eixo. Porém as áreas aflorantes deste batólito estão restritas a poucos afloramentos, localizados principalmente na cachoeira de Santo Antônio. A falta de afloramentos é devida ao grande manto de intemperismo presente na região. Existem outras áreas aflorantes desta unidade ao longo do rio Madeira, em afloramentos esparsos próximos da margem direita do rio e em drenagens de menor ordem, sendo estes gerados por um relevo arrasado.

Entretanto, novos dados geofísicos, obtidos por meio de aerolevantamentos, permitiram delimitar a área do batólito. Estes dados refinaram a assinatura geofísica dos granitos rondonianos.

De forma geral são granitos grossos e médios, porfiróides a inequigranulares. A Suíte Intrusiva Santo Antônio é constituída por inúmeras fácies de granitóides que foram subdivididas em dois grupos, reunindo fácies equigranulares e inequigranulares.

As fácies inequigranulares apresentam texturas heterogêneas, com quantidades variáveis de enclaves microgranulares escuros e megacristais de feldspato potássico e quartzo manteados por plagioclásio e anfibólio (Figura 3.4 e Figura 3.5).



Figura 3.3 – (A) Afloramento de granitos da Suíte Intrusiva Serra da Providência; (B) Variação de granulação fina; (C) Veios de quartzo; (D) Enclaves máficos, comum nos sieno-granitos desta unidade.



Figura 3.4 – Suíte Intrusiva Santo Antônio – (A) Fácies rosa com bolsões quartzo-feldspáticos; (B) Fácies cinza com zonas de deformação superimposta; (C) Fácies cinza fina contendo xenólitos. (D) Fácies cinza, com xenólitos de granitos do maciço Santo Antônio.



Figura 3.5 – Granito da Suíte Intrusiva Santo Antônio - (A) Contato de distintas fácies graníticas; (B) Detalhe do contato (C) Fácies inequigranulares de cor rósea, nas proximidades do balneário cachoeirinha; (D) Área de exploração da pedra GM engenharia (brita).

3.2.3 - Coberturas Relacionadas ao Intemperismo

O termo regolito refere-se ao material inconsolidado ou re-cimentado que cobre a rocha sã, formado por intemperismo, erosão, transporte e/ou deposição de material mais antigo (Eggleton, 2001). Este termo constitui também o material rochoso fraturado ou intemperizado, saprolitos, solos, acumulação orgânica, material coluvionar e aluvionar. Em uma simples descrição é todo material que está acima da rocha fresca. A Figura 3.6 apresenta de forma sumarizada um típico perfil evoluído de intemperismo idealizado por Annand e Butt (1988), que apresenta a interface de alteração desde o topo da rocha fresca gradando para a saprocha e saprolito, a zona rica em argila a zona mosqueada e a porção superior do perfil residual laterítico.

3.2.3.1 - Cobertura Laterítica

Horizonte Mosqueado - NQclm

O horizonte mosqueado ou zona mosqueada, no perfil de intemperismo ocorre de forma subordinada abaixo da crosta laterítica. É composto em maioria, por minerais do grupo das argilas, sendo por isso utilizada na indústria de cerâmica e de cimento. É associado à geomorfologia erosiva, observada nas regiões planas.

Apresenta composição síltico-argilosa, podendo haver algumas intercalações de material arenoso e argiloso, constituído por quartzo, caulinita e hematita (Figura 3.7).

A principal característica desse horizonte são as manchas avermelhadas de tons diversos que for-

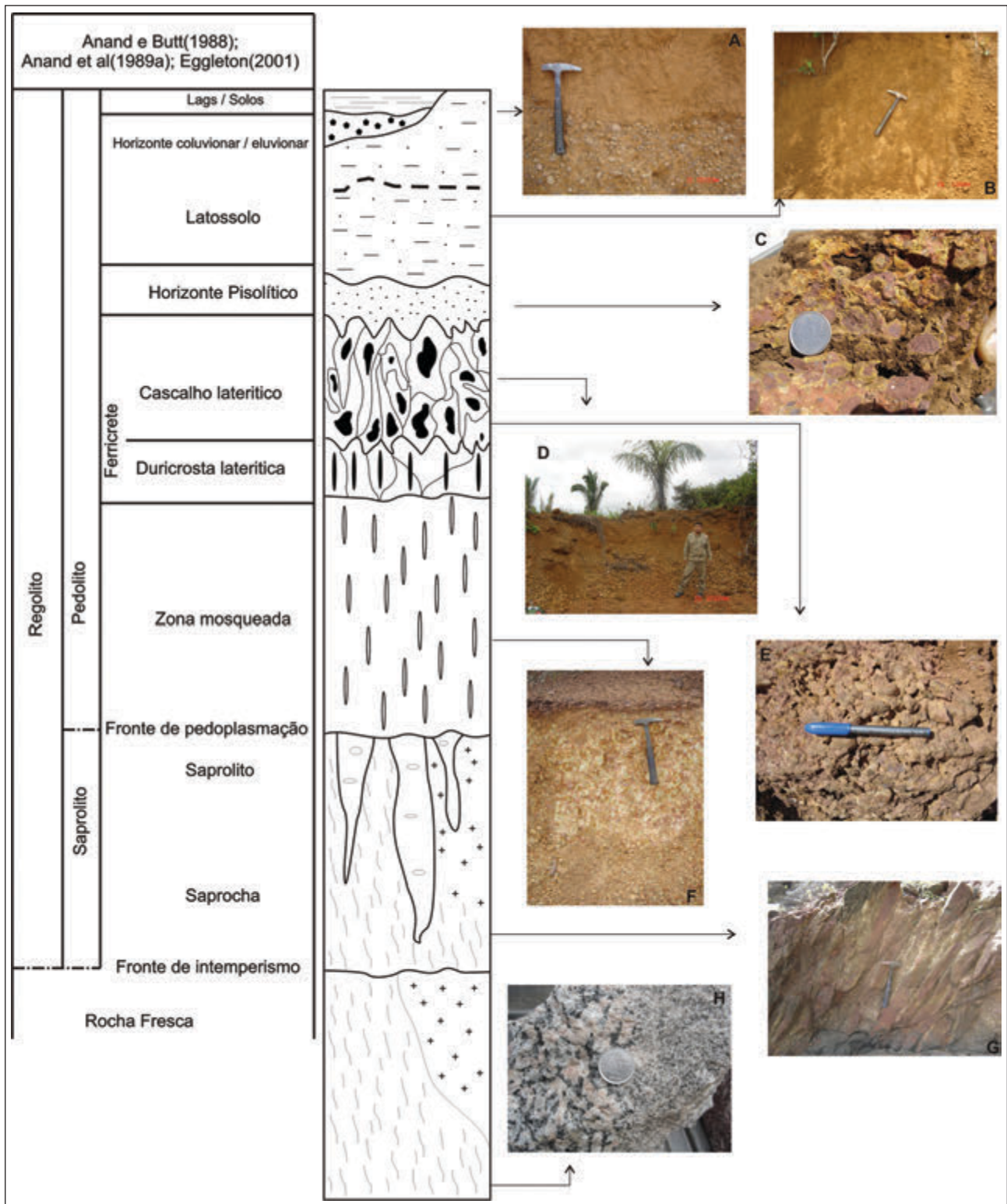


Figura 3.6 – Perfil de intemperismo esquemático, apresentando as unidades de intemperismo, adaptado de Eggleton, 2001. A-Colúvio com fragmentos de crosta laterítica; B-Latossolo; C-Horizonte pisolítico; D-Cascalho laterítico ferruginoso (solto); E-Crosta laterítica (duricrosta); F-Horizonte mosqueado ferruginoso; G-Saprolito; H-Rocha granítica fresca.

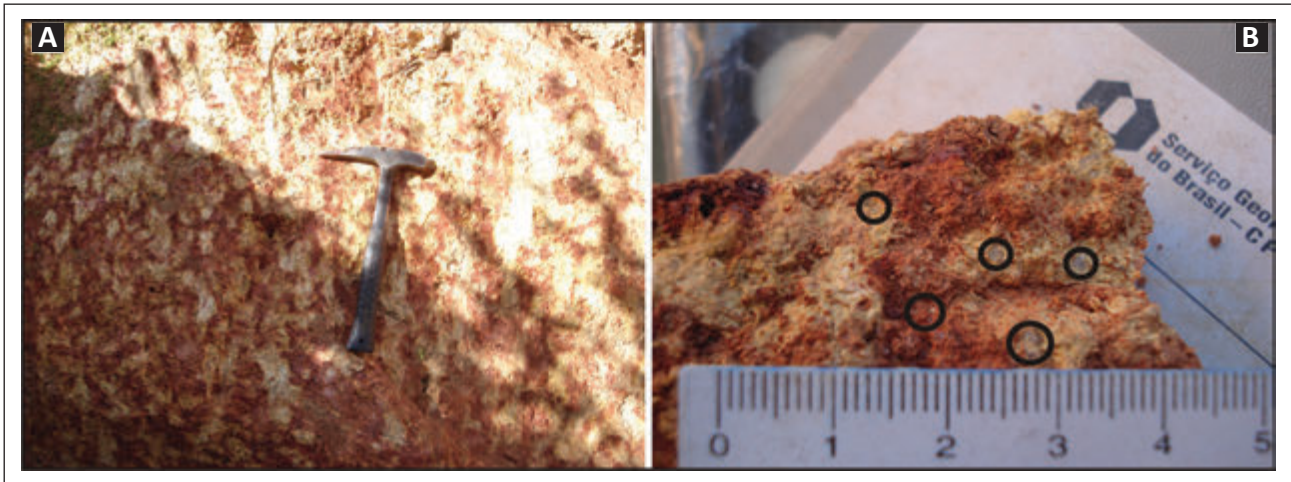


Figura 3.7 – (A) Horizonte mosqueado de ambiente de transição com composição arenosa; (B) Detalhe do mosqueado onde é possível observar cristais de quartzo (destacado na figura).

mam o padrão mosqueado, observado na totalidade de área (Figura 3.8). Foram executados 54 furos de trado motorizado do tipo IPT, sendo constatada a espessura superior a 6m para este horizonte.

Ainda é observado o horizonte de transição, que é localizado entre a crosta laterítica e o horizonte mosqueado. Possui composição ferro-aluminosa de aspecto terroso, de coloração ocre-amarelada, friável a semi-friável, com feições de nódulos hematíticos irregularmente dispersos.

B - Crosta Laterítica - NQcl

Oliveira e Costa (2006) apresentam a descrição de perfis lateríticos que ocorrem na região de Porto Velho. O material laterítico desta área é utilizado como material de empréstimo na construção civil.

A crosta laterítica é o horizonte da porção superior do perfil laterítico e ocorre por toda a área de pesquisa, geralmente associado ao relevo positivo, preferencialmente na cota de 100m. São dois tipos de afloramentos: (a) grande área aflorante, de dimensões quilométrica, com grande potencial para uso como material de empréstimo; (b) afloramentos localizados, onde se observa intenso processo erosivo e preservando pequenos depósitos, de uso local.

São observados nestes perfis, uma zona constituída por nódulos e pisólitos de oxi-hidróxidos de ferro (goethita e hematita), com espessura irregular. Outro aspecto observado é o horizonte ferruginoso colunar, que apresenta estruturas colunares verticais e subverticais, compostas por hematita, localizada no topo deste horizonte, com continuação vertical em média de 3 a 4 metros. Esse material frequentemente é encontrado inconsolidado, formando o



Figura 3.8 – (A) Horizonte mosqueado com lags lateríticos em superfície; (B) Mosqueado com variação de cor esbranquiçada.

cascalho laterítico. Pode ocorrer subordinadamente a estas estruturas o plasma goetítico, de cor marrom clara de natureza argilo-arenosa (Figura 3.9).

3.2.4 - Coberturas Sedimentares Cenozoicas

3.2.4.1 - Formação Rio Madeira (Q1rm- Q1rmi - Q1rmt)

A Formação Rio Madeira foi primeiramente definida por Rizzotto *et al.* (2005), Quadros *et al.* (2006), que marcaram a individualização cartográfica da Bacia do Abunã, resultante da caracterização faciológica e interpretação ambiental do seu preenchimento sedimentar.

A Formação Rio Madeira engloba os depósitos essencialmente fluviais originados pelo rio homônimo, que se distribuem em ambas as margens do rio Madeira.

É representada por sedimentos inconsolidados a semi-consolidados, parcialmente ferrugini-

zados, depositados no leito ativo, margens e mais raramente, na planície de inundação dos rios, originando depósitos do tipo barras de canal longitudinal e transversal, barra em pontal, depósitos de diques marginais e, esporadicamente, bacias laterais de inundação (Figura 3.10).

Depósitos de areia pouco espessos, com variação de granulometria dos pacotes com níveis conglomeráticos na parte basal. Areia média a grossa, mal selecionada e ferruginizada, intercalada com areia fina de cor amarelada, contendo quartzo, feldspato, ilmenita, hematita e magnetita rara. Na parte superior são depositadas camadas de argila/silte, que se apresentam intemperizadas, e em alguns afloramentos é observado o horizonte mosqueado. Correspondem a depósitos de transbordamento nas bacias laterais de inundação ou depósitos associados a preenchimento dos baixios (Figura 3.11).

Souza Filho *et al.* (1999) descreveram a morfodinâmica do sistema fluvial Guaporé-Mamoré-Alto Madeira. Como produto de atividade neotectônica, com profunda influência no desenvolvimento da dinâmica fluvial. Esta dinâmica, ainda pouco estu-

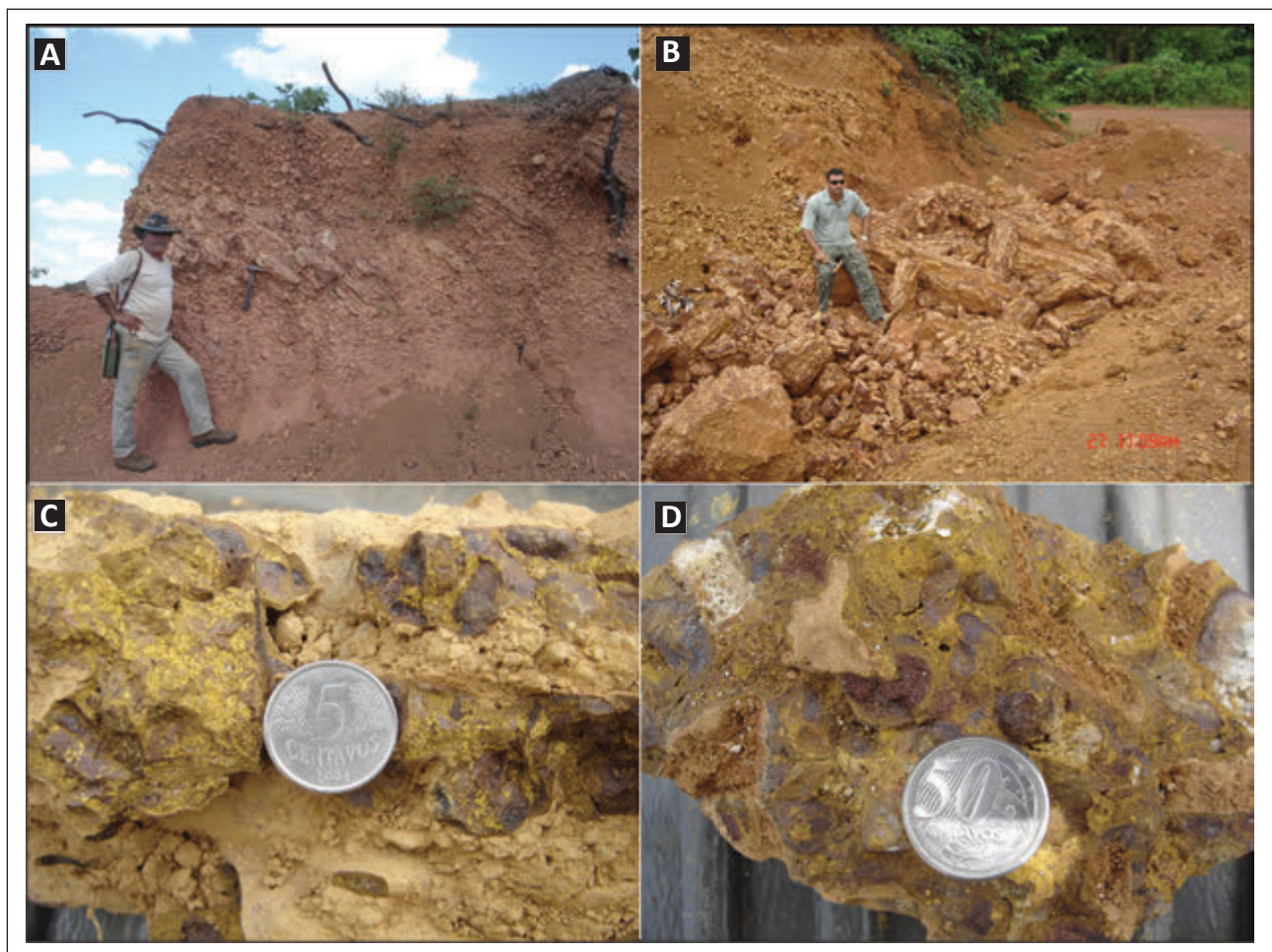


Figura 3.9 – (A) Crosta laterítica, com disjunção colunar; (B) Área de exploração apresentando disjunção colunar; (C) Detalhe da laterita colunar, com material de composição arenosa; (D) Nódulos e pisolitos, núcleos de hematita com bordas de goethita.



Figura 3.10 – Formação Rio Madeira e unidades sedimentares associadas; (A) Vista geral do leito do rio Madeira; As imagens B, C e D detalhadas a seguir, refletem uma disposição do perfil geológico do topo para base. (B) Areia grossa ferruginizada, endurecida e estratificada com níveis maciços; (C) Areia grossa com estratificação plano paralela; (D) Cascalho com matriz arenosa.

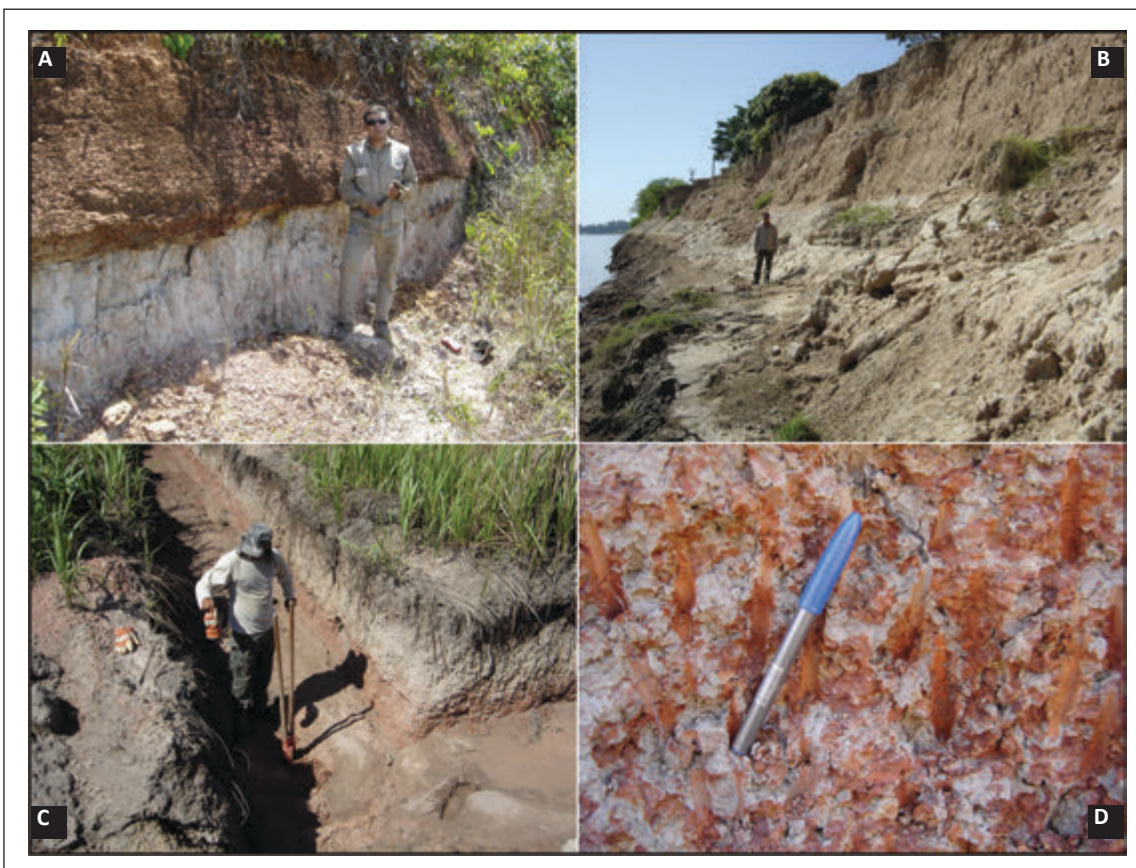


Figura 3.11 – (A) Perfil de intemperismo em sedimentos da Fm. Rio Madeira; (B) Leito do rio Madeira, margem direita; (C) Solo arenoso sobreposto a zona mosqueada; (D) Detalhe do mosqueado associado a sedimentos da Formação Rio Madeira.

dada caracteriza a deposição de unidades sedimentares da Formação Rio Madeira. Esta deposição é refletida na forma de terraços fluviais desenvolvidos no Cenozoico com *trend* NW-SE.

3.2.4.2 - Depósitos Colúvio-eluviais - NQc

Esta cobertura está associada à morrotes residuais, constituída por depósitos colúvio-aluvionares. São sedimentos detrito-lateríticos formados, em grande parte, por depósitos colúvio-aluvionares areno-siltosos, argilo-siltosos e argilosos, com níveis nodulares lateríticos e recobertos por grânulos e seixos de crosta laterítica desmantelada. Ocorrem por toda

a área e são facilmente observados em mapa topográfico, desde a cota 80 m até a cota 120 m (Figura 3.12).

As superfícies aplainadas são constituídas predominantemente por solos argilo-arenosos, de baixa maturidade textural e mineralógica, de tonalidade avermelhada, ricos em concreções ferruginosas, além de níveis de argilas coloridas e areias inconsolidadas (Rizzotto, 2006).

A crosta laterítica, quando desmantelada, também passa a constituir parte das coberturas detrito-lateríticas, modelando grande parte do relevo atual. Em certas áreas, onde a parte superior está mais espessa e endurecida, e com maior entalhamento de drenagem, observa-se a formação de um relevo tendendo a platôs.

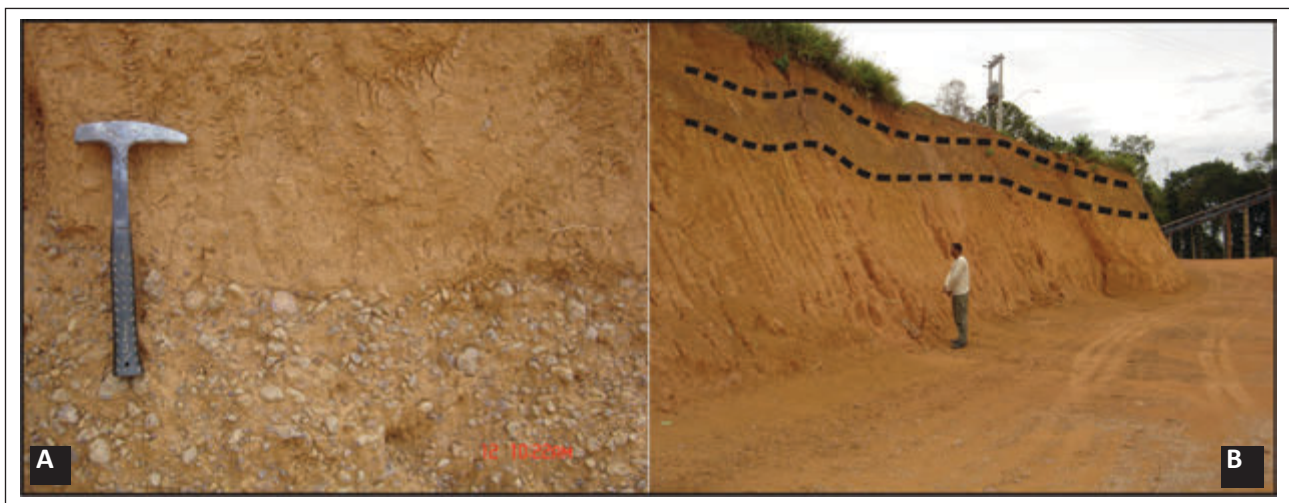


Figura 3.12 – (A) Detalhe de horizonte com camada coluvionar; (B) Pacote de material areno argiloso com nível de material coluvionar destacado na figura.

3.2.4.3 - Cobertura Sedimentar Indiferenciada - NQi

São sedimentos que ocorrem na totalidade da área, os quais Scandolaro *et al.* (1999) atribuem a idade plio-pleistocênica e interpretam de forma geral como leques aluviais, canais fluviais, planícies de inundação e depósitos lacustres, constituídos de uma variedade de materiais detríticos.

A espessura desta unidade é em média 40 m. São observados em superfície aplainadas, associadas a solos argilo-arenosos, níveis arenosos e formações argilosas em contato com materiais do intemperismo. As unidades que compõem estas coberturas apresentam alto grau de ferruginização e são desprovidas de fósseis (Figura 3.13).

3.2.4.4 - Sedimentos Aluvionares (Q2a) - Planícies Flúvias (Q2apa)

São sedimentos inconsolidados associados a depósitos de leitos e margens de canais fluviais,

atuais e paleocanais e correspondem a amplo ambiente deposicional, onde são observados grandes depósitos arenosos. Os canais atuais e suas áreas de influência são facilmente identificados por meio de imagens de satélite.

Os principais depósitos estão associados às drenagens dos rios Candeias e Jamari, com forte potencial para exploração de areia lavada. As drenagens secundárias, também apresentam potencial para exploração. Estes depósitos são constituídos essencialmente por areia quartzosa, com a presença de ilmenita, diferenciando os sets de estratificação.

Sedimentos aluvionares, de natureza arenosa, constituem os depósitos de canais, retilíneos de forma geral, preenchidos por areias com granulometria variando de fina a grossa com níveis de cascalho nas drenagens maiores. É comum observar estratificações plano paralela e cruzada acanalada (Figura 3.14).

Observa-se paleocanais, depósitos de sedimentos arenosos ferruginizados, com grãos de quartzo de baixa esfericidade, subangulosos a subarredondados. O material cimentante é composto por ferro, que eleva a dureza desta camada, a qual geralmente encontra-se na base do pacote sedimentar.



Figura 3.13 – (A) Área de exploração de areia e argila, com níveis de ferruginização; (B) Pacote de material arenoso de cor clara.

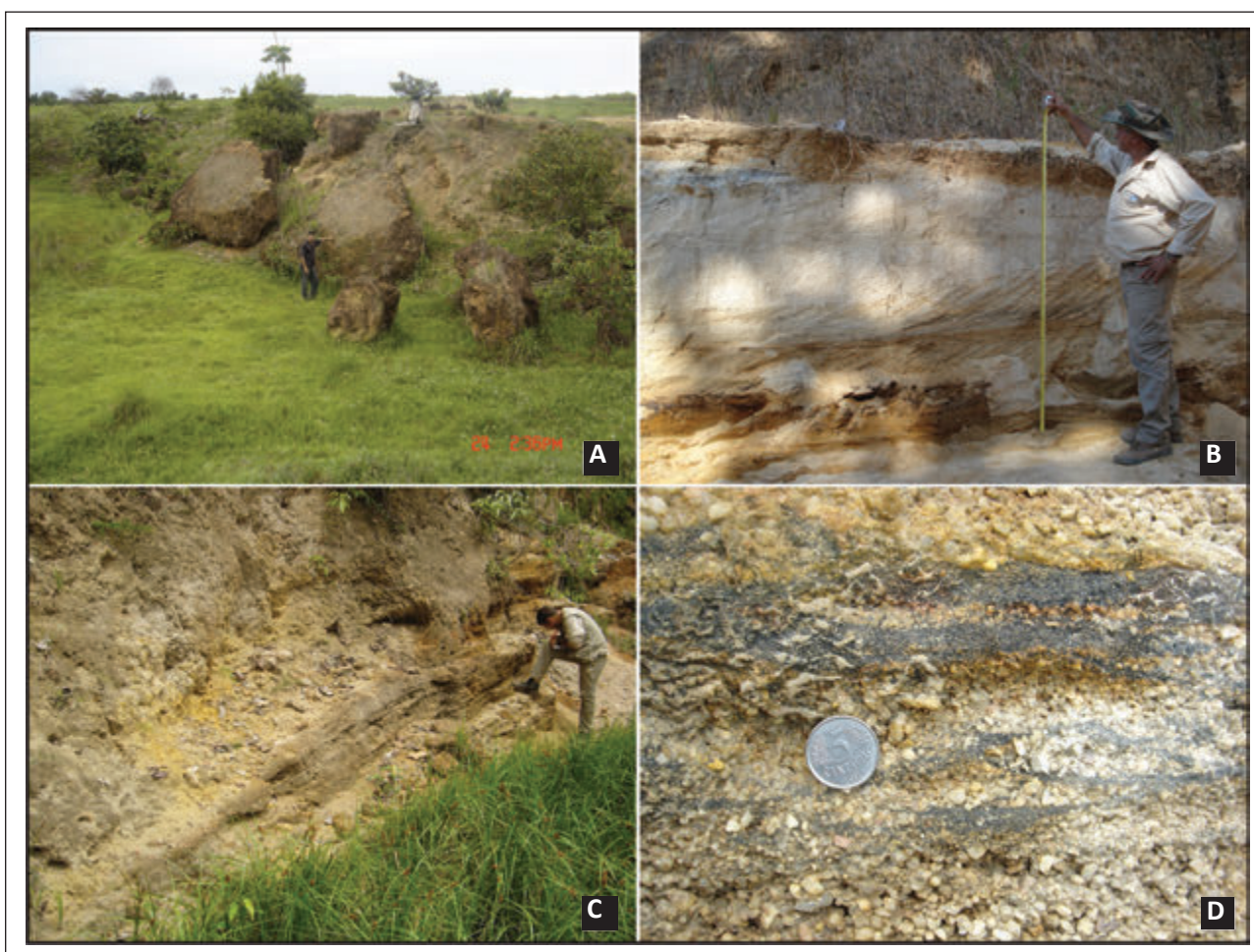


Figura 3.14 – (A) Paleo-depósito arenoso cimentado por ferro; (B) Pacote de material arenoso exibindo estratificação cruzada acanalada; (C) Depósitos de sedimentos arenosos exibindo estratificação cruzada plano paralela; (D) Set deposicional, onde se observam níveis escuros devido a ilmenita.



Figura 3.15 –Depósito lacustre da margem direita do rio Madeira, exibindo área de inundação e vegetação típica. Localidade de Cojubzinho.

Sedimentos aluvionares de natureza argilosa ocorrem intercalados, na forma de camada, com espessura variável dependendo do canal. São argilas e siltes de coloração branca a cinza, creme amareladas e amarela avermelhadas.

3.2.4.5 - Depósitos-lacustres - Q2Ia

São depósitos sedimentares formados em terrenos de área plana, permanecendo grande parte de tempo inundados, ocorrendo associados ao lento escoamento de águas superficiais, proporcionando o acúmulo de matéria orgânica. Estes depósitos são constituídos por sedimentos finos (areias, siltes e níveis de matéria orgânica). São observados

em porções localizadas em ambas margens dos rios Madeira (Figura 3.15) e Candeias.

Segundo Quadros *et al.* (2009) que estudou a origem de lagos a jusante da cachoeira de Santo Antônio, concluiu que os mesmos são alimentados por pequenos igarapés, podendo desenvolver canais de escoamento interligados ao rio Madeira, principalmente nos períodos de inverno amazônico, onde ocorrem as maiores precipitações pluviométricas na região. Os lagos pantanosos apresentam como característica comum o desenvolvimento de uma vegetação nativa, que cobre praticamente toda a sua extensão, tornando-os semelhantes aos pântanos e lagos distróficos, que são caracterizados por águas pardas, húmicos e pantanosos, só que nestes casos com vegetação.

4 – POTENCIAL MINERAL DA FOLHA PORTO VELHO

A exploração de materiais de uso na construção civil é a atividade de extração mineral com o maior número de frentes de lavra em operação em Rondônia, ocorrendo em todos os municípios mediante a extração de areia, granito para brita, argilas e cascalho laterítico utilizado como material de aterro e de revestimento de estrada. Os maiores centros produtores estão, em geral, próximos de grandes núcleos urbanos, onde a necessidade destes materiais é maior. Os métodos de extração variam com o produto e contexto geológico dos depósitos. Areia e cascalho provém dos depósitos dos leitos e margens dos rios extraídos com dragas. Os municípios de maior produção compreendem os de Candeias do Jamari, Ji-Paraná e Vilhena. O cascalho utilizado na construção e revestimento de estradas é do tipo laterítico extraído de pequenas elevações e colinas sustentadas por crosta laterítica.

Os principais depósitos de argila sob exploração atual em Rondônia ocorrem principalmente em três regiões: nos vales dos rios Machado, Pimenta Bueno e Comemoração, no município de Pimenta Bueno, no vale do rio Machado, no município de Cacoal e no entorno de Porto Velho estendendo-se em direção a estrada do Belmont, onde Sousa (1978,1979) realizou sondagens para quantificar o depósito.

O setor de produção de insumos minerais de Porto Velho é considerado como Arranjo Produtivo Local (APL) que abrange uma estrutura de produção na mineração de agregados estruturais (areia e brita), cascalho laterítico e argila. Esta cadeia produtiva está de forma simplificada na Figura 4.1.

4.1- IDENTIFICAÇÃO DAS ÁREAS POTENCIAIS

A identificação preliminar do potencial mineral da Folha Porto Velho teve como suporte dados da bibliografia, a listagem dos jazimentos minerais (Geobank), os títulos minerários (indicação das minas ativas e inativas do DNPM) e as relações de caráter geológico entre as unidades litoestratigráficas mapeadas, em especial das rochas sedimentares quaternárias.

A seleção das áreas potenciais foi feita a partir do cruzamento com dados de campo e de informações complementares da geologia, dos insumos minerais, da reserva e da produção, procedimento que foi sobremaneira facilitado pela existência de pontos com frentes de lavra ativas, inativas e paralisadas.

Nesse contexto, foram selecionados dois principais grupos de insumos minerais: aqueles empregados *in natura* ou com processamento simples:

Areia – quanto a granulometria e aplicação foram identificadas, areia fina (0,6 - 0,15 mm - reboço), areia média (1,2 - 2,4 mm - areia de levante e/ou areia de reboco) e areia lavada/grossa (4,8 – 6,3 mm - concreto e contrapiso), sendo esta último com a produção concentrada nos areais do rio Candeias .

Granito – as rochas graníticas existentes destinam-se exclusivamente para fins de britagem, produzindo britas de diversas especificações, que variam de acordo com sua aplicação como agregado para construção civil, além do pedrisco e pó de brita.

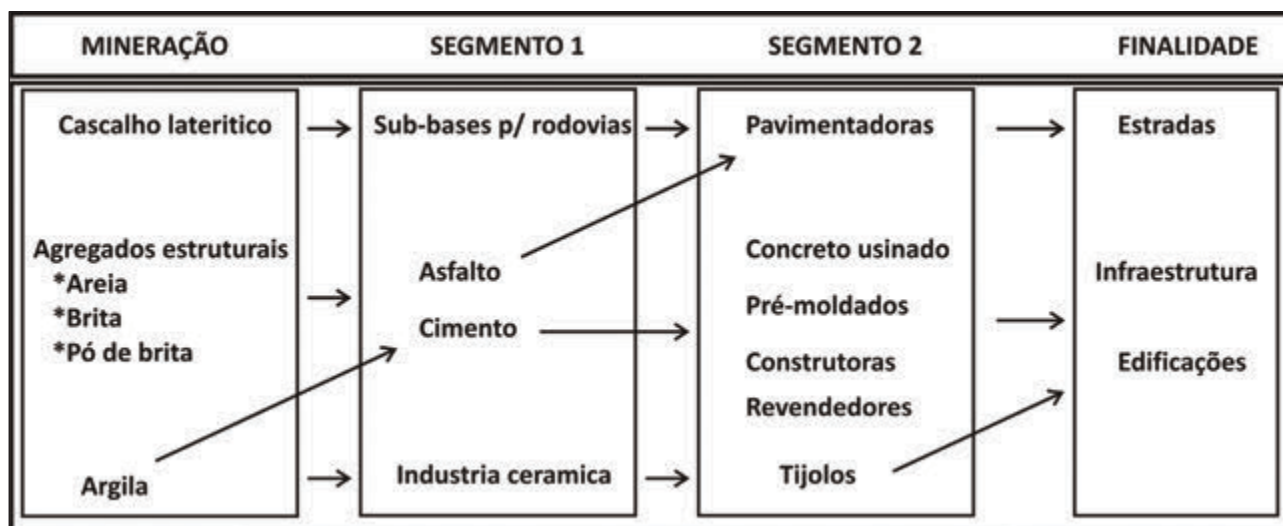


Figura 4.1– Cadeia produtiva de Porto Velho. Fonte: adaptado dados locais.

Cascalho laterítico – utilizado praticamente como sub-base para estradas vicinais, sendo utilizado também como material para aterro. Produto da erosão da crosta laterítica, é uma rocha formada a partir do intemperismo físico-químico de outras rochas e seus minerais. É bastante comum na região amazônica e muito utilizada como sub-base na pavimentação de ruas, em etapa que antecede a manta asfáltica e como material de empréstimo para cascalhamento de estradas vicinais e aterros. Apresenta uma variação de cascalho grosso (matacão) para cascalhos médio e fino.

Argilas – utilizadas a partir de beneficiamento e transformação (queima, mistura com outros materiais). Esses produtos são comercializados para concreteiras, construtoras e revendedores.

Estes setores da construção civil que envolvem a cadeia produtiva participam efetivamente na geração da economia do estado, segundo dados levantados pela Secretaria de Planejamento e Coordenação Geral do Estado de Rondônia - SEPLAN e pelo IBGE indicam que a participação do setor da Construção Civil no PIB do estado, é da ordem de 4%, enquanto a indústria extrativa mineral corresponde apenas por 0,23%.

No Geobank da CPRM já existiam cadastradas 20 (vinte) áreas para a extração de areia, 19 (dezenove) áreas para argila, 05 (cinco) áreas para granito (brita) e 13 (treze) áreas para cascalho laterítico (material de empréstimo).

A avaliação efetuada por ocasião deste projeto, com base na integração de estudos bibliográficos

e de trabalhos de campo, indicou para a Folha Porto Velho a existência de 66 (sessenta e seis) novas áreas potencialmente favoráveis para a extração de areia; 94 (noventa e quatro) novas áreas para argila; 30 (trinta) novas áreas para granito (brita) e 65 (sessenta e cinco) novas áreas para cascalho laterítico (material de empréstimo), além de capeamentos argilosos e/ou siltico-argilosos que podem ter usos como materiais para cerâmica e cimento pozolânico.

As áreas estão representadas na Tabela 4.1 e no mapa temático de potencialidades minerais (em anexo).

4.2 - PERFIL DOS INSUMOS MINERAIS DA FOLHA PORTO VELHO

4.2.1 - Areia

O banco de dados do Serviço Geológico do Brasil (Geobank) fornece dados de várias naturezas de projetos atuais e de estudos anteriores. No âmbito da região estudada estão cadastrados, neste banco, 20 depósitos de areia, todos em fase de lavra. No presente projeto foram cadastradas 66 novas ocorrências de areia, sendo 17 em áreas em lavra, 12 como depósitos identificados com potencial para exploração e 37 com indícios para eventual lavra.

Segundo Gonçalves *et al* (2008), a cultura e a disponibilidade de cada região determinam qual o melhor material a ser usado, considerando principalmente a granulometria e o conteúdo de argila que

Tabela 4.1 – Potencialidade por insumo mineral da Folha Porto Velho.

INSUMO MINERAL	DEPÓSITO	CARACTERÍSTICA FÍSICA/ROCHA HOSPEDEIRA
Areia	Aluvionar rio Candeias	Areia quartzosa inconsolidada, branca a cinza clara, fina a média.
Areia	Cobertura Arenosa planícies aluvionares	Areia quartzosa inconsolidada, branca a cinza clara, fina.
Areia	Formacional/Sedimentar coberturas indiferenciada	Areia quartzosa, média a grossa, intercalada com argila.
Areia/Argila	Formacional/Sedimentar coberturas indiferenciada	Areia quartzosa inconsolidada, creme, média a grossa, mal selecionada; argila plástica mosqueada.
Argila	Formacional /Sedimentar cobertura indiferenciada	Argila intercalada com sedimentos arenosos.
Argila	Laterítico Residual todos os litotipos	Argila ou capeamento argiloso originado por ação intempérica <i>in situ</i> .
Argila	Formacional/Sedimentar rio Madeira	Argila sedimentar.
Cascalho laterítico (material de empréstimo)	Laterítico Residual todos os litotipos	Cascalho laterítico variando de fino a grosso.
Granito (brita)	Magmático Plutônico	Granitóide com variação composicional para sienó a monzogranito

sejam mais adequadas para cada aplicação específica. No preparo do concreto hidráulico e argamassas prontas para assentamento de revestimentos cerâmicos, são utilizadas areia mais rígidas quanto à natureza e distribuição mineralógica e forma dos grãos.

Os principais depósitos de material arenoso estão associados à depósitos aluvionares dos rios Madeira, Candeias e Jamari, além das drenagens de menor porte; planícies aluvionares da Formação Rio Madeira; depósitos residuais e solos, sendo estes com distribuição em toda área de estudo. A maior parte da produção deste material é oriunda do Município de Candeias do Jamari, explorado na forma de dragagem, existindo também algumas empresas que exploram depósitos formacionais (cobertura indiferenciada) na estrada dos Periquitos.

As áreas de exploração através de dragagem são basicamente de depósitos dos rios Candeias e Madeira. Os depósitos associados aos sedimentos indiferenciados possuem intercalações de argila. São observados em bancadas de áreas de exploração, que a areia varia de 7 a 8 metros de espessura, na qual foi realizada análises granulométrica e petrográfica.

As amostras de areia pesaram em média 8 kg, foram secadas e quarteadas para análise. Essas amostras foram submetidas à análise granulométrica, dentro do procedimento padrão, com composição completa da série de peneiras selecionadas (5#, 9#, 16#, 32#, 60#, 115# e 250#).

Conceito

Areia é um material de origem mineral finamente dividido em grânulos, composta basicamente de silicatos, com diâmetros variando de 0,063 a 2 mm. Nesses extremos, são classificadas como areia muito fina e areia muito grossa, respectivamente.

Aplicações

É utilizada largamente nas obras de engenharia civil, em aterros, execução de argamassas, cerâmicas, cimento, concretos além de outros setores industriais como fabricação de vidros, metalurgia, siderurgia, fundição, tintas e vernizes, borracha e plástico, filtração, abrasivos e outros. O tamanho de seus grãos tem importância nas características dos materiais que a utilizam como componente.

De modo geral, as aplicações são quem definem as especificações da areia, indicando o maior ou menor grau de rigidez. As especificações mais rígidas são utilizadas no preparo de concreto de cimento Portland e da argamassa para revestimento cerâmico. As menos rígidas são usadas, por exemplo, no preparo de argamassas de assentamento e revestimento de paredes.

Especificações

Nas especificações da areia, são levados em conta aspectos, tais como: a natureza mineralógica,

textura, forma e arredondamento dos grãos; a granulometria (tamanho das partículas); as propriedades físicas como resistência mecânica e desgaste; a caracterização tecnológica; a presença de substâncias deletérias, nocivas, como sais solúveis, argila em torrões, matéria orgânica.

Algumas aplicações não têm especificações muito restritivas, sendo a escolha da areia determinada pela disponibilidade local, a baixo custo.

Quanto à natureza mineralógica, é conveniente que os grãos sejam constituídos de minerais ou agregados de minerais com boa resistência mecânica e à degradação química (alteração), além de boa aderência (especialmente para o asfalto) e interação química com o cimento.

Além da natureza dos grãos, é de grande importância a sua distribuição granulométrica. No concreto, a areia ocupa os espaços entre os fragmentos de brita. A areia para esses fim não deve ter grãos menores que 0,15 mm, além de ter granulação bem distribuída ou gradada entre 0,15 a 4,8 mm para melhor compactação e redução dos espaços maiores que 0,15 mm.

As especificações de argamassa pré-fabricada para assentamento de revestimentos cerâmicos incluem areias mais finas e arredondadas, com boa distribuição granulométrica, ausência de torrões, baixa proporção de argila e baixa salinidade.

O exame tecnológico de areias passa por caracterização mineralógica (exame macroscópico, com lupa ou microscópio, por difratogrametria de raios X, análises químicas, etc), ensaios granulométricos e ensaios específicos em corpos de prova de concreto.

Algumas das normas técnicas consideradas são: NBR 7211 – agregado para concreto; NBR 7216 – amostragem; NBR 7218 – torrões de argila; NBR 7219 – material pulverulento; NBR 7220 – impurezas orgânicas; NBR 7217 – granulometria e NBR 7809 – forma dos grãos.

Principais depósitos minerais de areia

O abastecimento de areia em Porto Velho é, em grande parte, oriundo de empresas que extraem areia do rio Candeias, no município de Candeias do Jamari. Outra área com importante exploração deste insumo é a estrada dos Periquitos, na zona leste da capital, que é responsável pela produção de areia fina, média e grossa.

Existe a produção de pequenos areais em caráter intermitente espalhados na área. Toda a produção é para consumo das cidades de Porto Velho e Candeias do Jamari. O setor da areia abrange a produção, transporte e comercialização de areia fina, grossa e areia lavada.

Depósitos Fluviais (Leito de rio)

São concentrações de areia efetivas ao longo dos cursos dos rios, sendo estas renováveis anual-

mente por ocasião do período de cheias. Os principais depósitos de areia estão localizados no rio Candeias. Outros rios não explorados possuem potencial muito bom para o aproveitamento mineral, a exemplo o rio das Garças.

RIO CANDEIAS

Localização de Domínio Geológico

Nos depósitos do canal fluvial do rio Candeias, ocorrem os maiores pontos de exploração de areia na área de estudo. São concentrações existentes ao longo do curso do rio (aproximadamente 70 km de extensão na área da Folha Porto Velho), são acumulações recentes e renováveis anualmente, por ocasião do período de chuvas (dezembro a maio). A drenagem do rio Candeias percorre diversas unidades geológicas desde a sua nascente na serra do Pacaás Novos até sua desembocadura no rio Madeira, gerando areias e garantindo o aporte de material a cada ano.

Os acessos aos areais (áreas de exploração) são realizados por estradas de fácil locomoção a partir da BR-364. A distância destes areais até a entrada de Porto Velho varia de 22 a 24 km. Os postos de produção foram divididos em 4 principais blocos de exploração, em função do acesso aos principais areais a partir da BR-364: ramal Santana (bloco 1), ramal do Caju (bloco 2), ramal do Areal (bloco 3) e ramal interno após a ponte (bloco 4), estes todos no município de Candeias do Jamari. (Mapa de Potencialidades Minerais em Anexo, Figura 4.2).

Produção Atual

Na lavra de areia em leitos de rios, especificamente as observadas no rio Candeias são utilizadas dragas para este fim, sendo quase sempre comercializada na forma como é extraída, passando, na maioria das vezes, apenas por grelhas fixas que separam as frações mais grossas (cascalho, pelotas e concreções) e eventuais impurezas (matéria orgânica, folhas e troncos) e por uma simples lavagem para retirada de argila.

Este método consiste na utilização de dragas que trabalham nos leitos dos rios, onde a lavra é preferencialmente executada contracorrente e normalmente requer o represamento do curso d'água para proporcionar condições operacionais à draga. A grande vantagem desse método de dragagem consiste em reunir quatro operações em uma única, ou seja: a draga desmonta, carrega o material, transporta e beneficia numa única operação, permitindo a viabilidade econômica da jazida, pois transforma depósitos em jazidas aluvionares, aliadas as altas mecanização e produtividade horária.

A areia é retirada do leito ativo do rio Candeias por dragas de sucção (Figura 4.3), com diâmetros variados, instaladas em um conjunto de balsa e motor a diesel. O material da sucção, uma mistura de areia e água, é bombeada através de tubulações metálicas até o depósito a céu aberto para estocagem (Figura 4.4). Não é realizado nenhum beneficiamento do material, apenas uma classificação granulométrica realizada por uma caixa de captação posteriormente ao procedimento de secagem. Após este procedimento, o material é carregado por pás-mecânicas para caminhões basculantes (Figura 4.5) para realização do transporte até o destino dos canais de comercialização.

De acordo com levantamento realizado, conforme informado neste relatório, foram cadastrados 21 pontos de extração de areia, operando de forma relativamente contínua em aproximadamente 35 km ao longo do curso do rio Candeias. Foram visitados 7 areais, que no total estimou-se uma retirada média de 120 toneladas por dia por empresa, o que permite calcular uma produção anual aproximada de 600.000 toneladas / ano (120 t/dia x 20 empresas x 250 dias uteis de produção/ano). De acordo com as informações do DNPM, as empresas deste ramo em Porto Velho produziram em 2009 em média, 200.000 toneladas por ano. Tendo em vista as informações obtidas nos pontos de extração de areia por dragagem, o custo unitário destas operações gira em torno de R\$ 12,00/m³, que corresponde a 20% do preço médio comercializado em Porto Velho, que é de R\$ 60,00/m³ (dados de 2010). A distância média das frentes produtivas para o centro de Porto Velho é de aproximadamente 20 km. O valor praticado na mina (FOB) é de R\$ 50,00/m³ e o frete para Porto Velho varia de R\$ 15,00 a 20,00 por metro cúbico.

O quadro a seguir (Gráfico 4.1) apresenta uma média histórica dos preços praticados de areia lavada no período de 2001 a 2010 pelos estados de Rondônia, Acre e Amazonas.

A seguir a Tabela 4.2 apresenta um demonstrativo dos preços praticados em outras capitais, onde se pode observar que os valores são praticamente os mesmos de Porto Velho com exceção de São Paulo. Este fator nos leva a refletir que a grande oferta desse bem mineral aliada à proximidade das frentes produtivas na região da Folha Porto Velho, com o destino final, contribui sobremaneira na redução do produto comercializado.

Os canais de comercialização são destinados cerca de 80% a consumidores particulares e 20% a lojas de material de construção. As empresas do ramo de concreto e construtoras possuem seus próprios areais, utilizando o material para consumo exclusivo. Grande parte das empresas transportam o material utilizando frota própria, excetuando alguns frentistas autônomos que buscam areia diretamente na unidade produtiva.

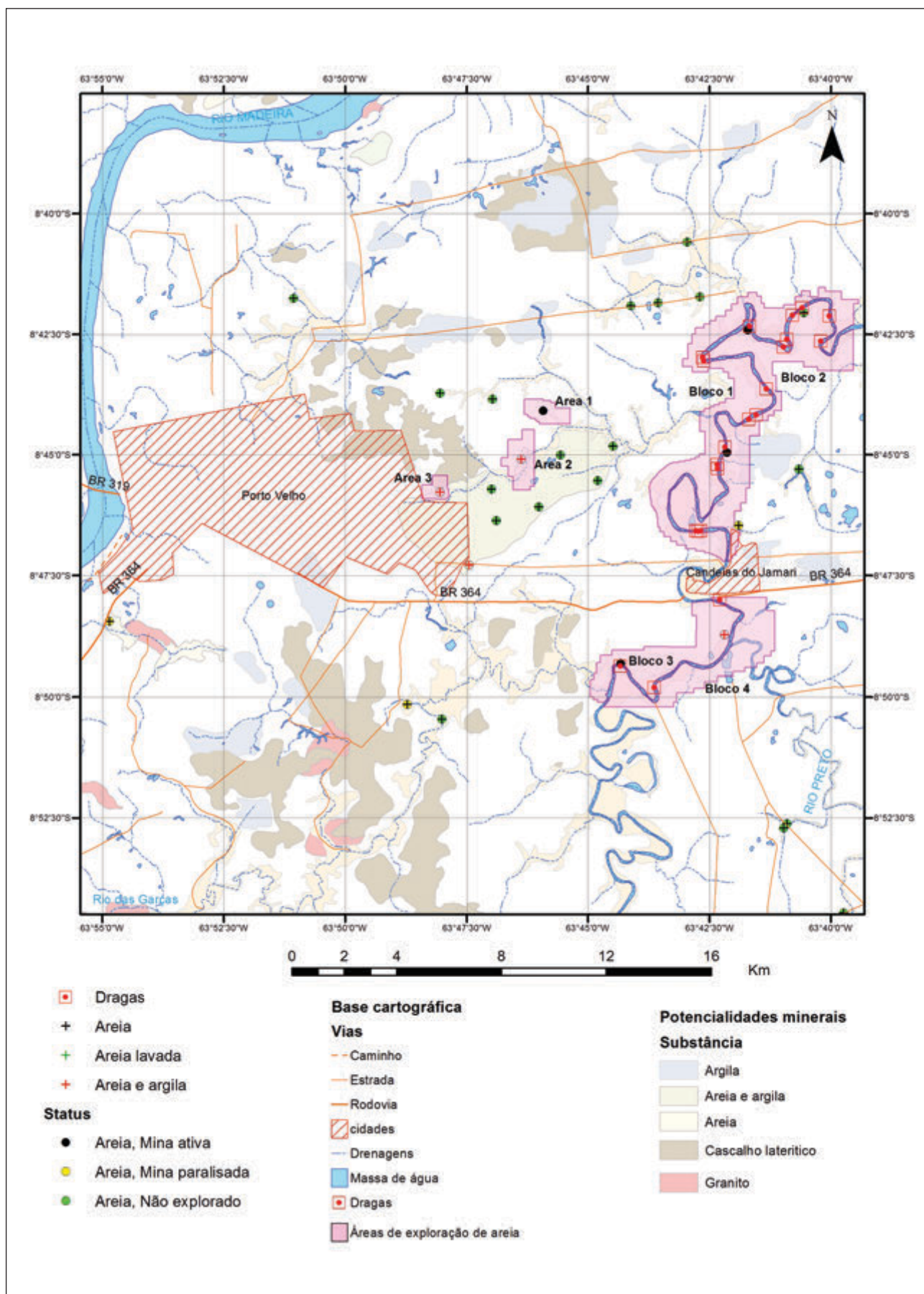


Figura 4.2 – Mapa de localização das principais áreas produtoras de areia.



Figura 4.3 – Vista geral de uma draga no rio Candeias jogando material arenoso e água para o pátio de estocagem para procedimento de secagem.



Figura 4.5. – O carregamento de caminhões após a secagem e separação por granulometria, próximo ao rio Candeias.



Figura 4.4 – Tubulação da draga no rio Candeias, retirando material arenoso e água para o pátio de estocagem para procedimento de secagem.

Qualidade

Amostras de sedimentos desses pontos (Tabela 4.3) apresentam em geral granulometria de areia média a cascalho médio, com predominância em areia muito grossa. Nessas mesmas análises são considerados os materiais finos o material abaixo de 0,062 mm (silte/argila), que na maioria das amostras variou de 1,55 a 3,03 %, o que classifica a areia com baixo percentual de finos. Em geral estas areias são utilizadas como agregado miúdo para concreto.

Considerando os trabalhos de campo realizados, a caracterização mineralógica (exame macroscópico, com lupa ou microscópio), ensaios granulométricos, conclui-se que a areia extraída ao longo do rio Candeias é de excelente qualidade, principalmente para concreto. Este trabalho de pesquisa realizado na Folha Porto Velho, para melhor conhecimento e caracterização da areia lavada, deveria ser comple-

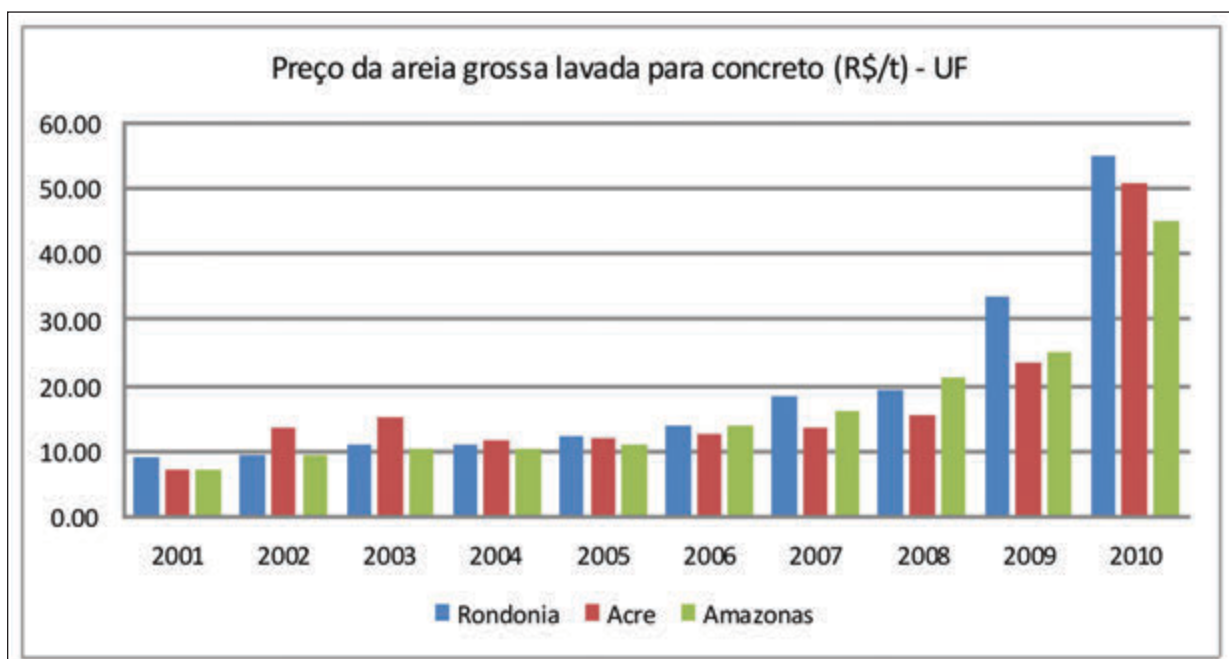


Gráfico 4.1– Preço da areia grossa, média histórica.

Tabela 4.2 – Preços de areia lavada praticados em Porto Velho e em outras capitais.

Areia grossa lavada	São Paulo	Rio de Janeiro	Belo Horizonte	Porto Alegre	Curitiba	Porto Velho
(R\$)	82,45	62,25	57,00	35,00	57,60	55,00

Fonte: IBGE / INCC (Julho/2010)

Nota: SP= São Paulo, RJ= Rio de Janeiro, BH= Belo Horizonte, PA= Porto Alegre, CT= Curitiba, PVH= Porto Velho.

Tabela 4.3 – Identificação e resultados das análises de amostras de areia do rio Candeias.

Amostra	ARG / SIL <0,062 mm	A M F 0,062 mm	A F 0,125 mm	A M 0,250 mm	A G 0,50 mm	A M G 1,00 mm	GRAN 2,00 mm	SEI 4,00 mm	Classificação Wentworth	Local
Ce-519-C1	1,55	1,31	6,57	27,15	21,61	23,22	14,16	4,42	A M	rio Candeias
Ce-519-C2	1,75	1,51	6,55	22,26	17,52	25,01	17,56	7,85	A M G	rio Candeias
Ce-520-B2	3,06	0,41	1,14	14,72	28,36	35,99	14,98	1,33	A M G	rio Candeias
Ce-519-B2	2,31	8,11	33,56	48,22	5,15	2,65	0	0	A M	rio Candeias

Notas: ARG/SIL= argila/silte, AMF= areia muito fina, AF= areia fina, AM= areia média, AG= areia grossa, AMG= areia muito grossa, GRAN= grânulo, SEI= seixo.

mentado com estudos mais detalhados, contemplando análises químicas e ensaios específicos em corpos de prova de concreto.

Reservas estimadas

De acordo com as informações oficiais do DNPM, não constam dados de reservas para a substância areia, lavrada em leito de rios, no Estado de Rondônia, conforme observado no anuário mineral de 2010 na tabela a seguir (Tabela 4.4).

Estas substâncias normalmente são requeridas sob a forma de regime de licenciamento, não sendo exigida a realização de pesquisa mineral. Regido basicamente pelas leis n. 6.403/76 e pela lei 6.567/78, alterada pela lei 8.982/95, nos artigos 11 e 18 do código de mineração brasileiro. Este regime diz respeito diretamente as substâncias utilizadas na construção civil, restringindo a área máxima em 50

hectares, sendo facultado ao superficiário (proprietário da terra) ou quem dele estiver autorização, a sua exploração.

No entanto, para subsidiar este trabalho, os dados apresentados são aqueles obtidos através da aplicação de modelo de questionário juntamente aos proprietários das dragas e observações de campo.

Um cálculo realizado, meramente estimativo tomando com base uma saturação de 50% do leito do rio ter-se-ia uma capacidade de reposição mínima da ordem de 17.850.000 toneladas (70.000 m de comprimento x 100 m de largura média x 3 m de profundidade média x 1,7 t/m³ de densidade aparente *in situ* x 50%).

Uma análise do perfil da secção transversal do rio Candeias, estação Santa Isabel, nº 15550000, (estação fluviométrica operada pela CPRM em convênio com a ANA – Agência Nacional de Águas) revela que houve uma pequena variação da seção no período de 2010 / 2011, indicando o maior aumento de cotas

Tabela 4.4 – Reservas Minerais Não Metálicos – Estado de Rondônia.

Classe/ Substâncias	Reservas (t)			
	Medida	Indicada	Inferida	Lavrável
Areia	nd	nd	nd	nd
Argilas comuns	52.864.533	38.014.698	27.672.094	37.041.915
Calcário (Rochas)	173.241.424	94.507.862	90.336.602	219.930.810
Quartzo	-	2.500.000	10.000.000	-
Rochas (Britadas) e Cascalho	nd	nd	nd	nd
Rochas Ornamentais (Granito e afins)	12.825.101	28.539,00	415 900.000	27.025.161

Fonte: Anuário Mineral Brasileiro – 2010

no período que vai de dezembro a maio, com o ápice no fim de abril, com relação íntima a taxa de deposição de sedimentos (Gráfico 4.2).

Perspectivas Futuras

Os depósitos de leito do rio Candeias apresenta um excelente potencial de extração de areia lavada para construção civil, em diversos pontos identificados (cadastrados) e em áreas que atualmente não estão sendo explorados, ao longo do curso deste extenso rio.

Outro depósito potencial para uma futura exploração deste bem mineral, está localizado no rio das Garças, face ao grande volume de areia ali verificado, por ocasião dos trabalhos de campo, porém não vem sendo lavrados atualmente.

Outros Depósitos Fluviais

Rio Madeira

Nos depósitos do rio Madeira, foi identificado apenas um ponto de exploração de areia lavada na área do projeto. A não presença de dragas para extração de areia ao longo deste rio se deve principalmente ao fato do acúmulo de sedimentos areno-argilosos de granulometria muito fina, ocasionando o carreamento destas partículas em suspensão, inviabilizando a lavra.

Vale ressaltar que o ponto localizado no ramal do Dema, na porção leste da área da área cerca de

20 km da cidade de Porto Velho, identificado, tem condições de estar sendo lavrado, devido estar localizado em uma área do trecho do rio Madeira em que não há corrente apreciável, ou seja de menor velocidade de fluxo, facilitando o acúmulo deste sedimento junto as margens.

Amostra de areia deste ponto foi analisada conforme tabela a seguir (Tabela 4.5), sendo esta classificada como areia muito grossa, com baixa porcentagem de finos (2,17%).

Essa área de exploração está sendo utilizada para fabricação de concreto.

Rios de drenagem de menor ordem

Embora outros rios afluentes dos rios Candeias e Madeira, a exemplo do rio das Garças, na porção sudoeste, Igarapé Trinta e Cinco e Igarapé Trinta e Oito no nordeste da Folha Porto Velho, eventualmente sejam aproveitados para exploração de areia, representam fontes bem menores de produção, de importância secundária.

Amostras de areia desses pontos foram analisadas conforme tabela a seguir (Tabela 4.6), variando de areia muito grossa a cascalho médio. Nas amostras é observada diferença na porcentagem de material fino. Esses depósitos variam de 25 a 35 km de distância de Porto Velho, são explorados através de lavra manual para consumo local. A não utilização destes depósitos pode estar relacionada a condição de maior dificuldade de acesso até a BR-364, com distâncias em torno de 8 km por estradas carroçáveis.

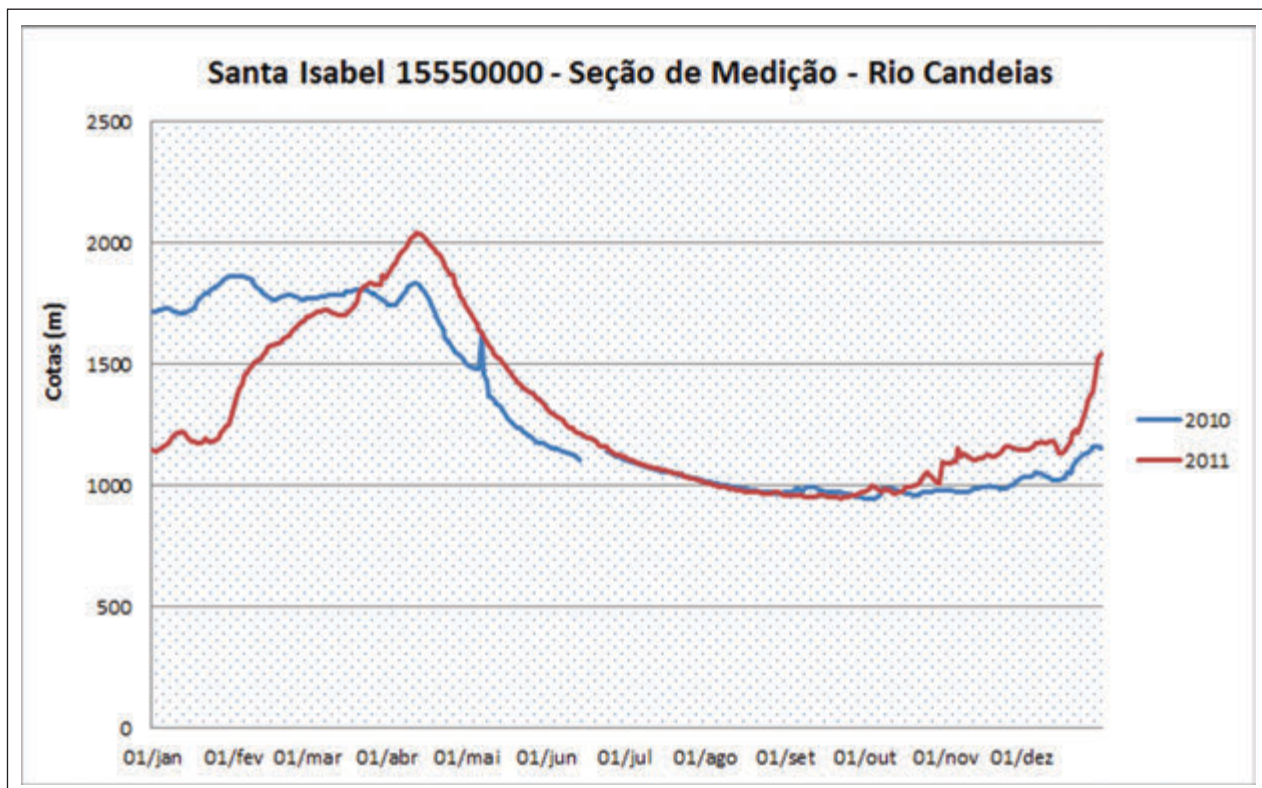


Gráfico 4.2 – Perfil da seção transversal do rio Candeias, na estação Santa Isabel, período de 2010 a 2011.

Tabela 4.5 – Identificação e resultados das análises de amostras de areia do rio Madeira.

Amostra	ARG / SIL <0,062 mm	A M F 0,062 mm	A F 0,125 mm	A M 0,250 mm	A G 0,50 mm	A M G 1,00 mm	GRAN 2,00 mm	SEI 4,00 mm	Classificação Wentworth	Local
CE-282	2,17	1,97	2,15	1,94	21,21	33,91	26,75	9,9	A M G	Rio Madeira

Notas: ARG/SIL= argila/silte, AMF= areia muito fina, AF= areia fina, AM= areia média, AG= areia grossa, AMG= areia muito grossa, GRAN= grânulo, SEI= seixo.

Tabela 4.6 – Identificação e resultados das análises de amostras de areia do rios das Garças e seu afluente Igarapé João Romeu.

Amostra	ARG / SIL <0,062 mm	A M F 0,062 mm	A F 0,125 mm	A M 0,250 mm	A G 0,50 mm	A M G 1,00 mm	GRAN 2,00 mm	SEI 4,00 mm	Classificação Wentworth	Local
CE-462	1,62	0,41	1,58	2,7	3,05	13,06	31,78	45,81	C M	afluente rio das Garças
CE-424	9,08	1,89	3,04	7,37	16,7	34,89	27,04	0	A M G	rio das Garças

Notas: ARG/SIL= argila/silte, AMF= areia muito fina, AF= areia fina, AM= areia média, AG= areia grossa, AMG= areia muito grossa, GRAN= grânulo, SEI= seixo, CM=cascalho médio.

Depósitos em Planícies Aluvionares

Os depósitos de Cobertura Arenosa em planícies aluvionares são concentrações de material arenoso constituído por areia quartzosa inconsolidada, branca a cinza clara, fina a grossa, em grande parte com material laterítico associado. São localizados paralelamente às maiores drenagens da Folha Porto Velho, onde as principais unidades de exploração estão localizadas na planície aluvionar do rio Candeias. Em caráter intermitente são verificados depósitos marginais dos rios Madeira e das Garças, cortando a porção sudoeste desta folha.

Rio Candeias

Localização e Domínio Geológico

Estes depósitos acompanham o leito do rio Candeias por toda a sua extensão (aproximadamente 70 km na área da Folha Porto Velho), em média, não



Figura 4.6 – Área de exploração do areal Areia Branca (margem esquerda do rio Candeias).

mais do que 300 m (largura) de área potencial para lavra. Estas concentrações geradas predominantemente pela ação fluvial do rio Candeias são classificadas como depósitos aluvionares e de retrabalhamento fluvial constituídos por areias, com variação gradacional alternadas em sequencias variadas.

Os diversos areais verificados durante as etapas de campo são em maioria de empresas que já exploram areia lavada na calha do rio Candeias, nos blocos 1 e 3 (Mapa de Potencialidades Minerais em Anexo, Figura 4.2). O acesso é realizado através de estradas carroçáveis sendo de fácil locomoção até BR-364. A distância destes areais até a entrada de Porto Velho varia de 22 a 24 km.

Produção Atual

Na lavra dos depósitos de areia (em cotas de 80m) são extraídos material para reboco, areias fina, média e grossa. A lavra é realizada na forma de bancada de 10 m de altura. Foram visitados 2 areais localizados no bloco 3 (areal do Antônio e Areia Branca).



Figura 4.7 – Porção inferior da bancada localizada no areal do Antônio (margem esquerda do rio Candeias).

Inicialmente é realizado o decapeamento com auxílio de trator de esteira e pá-mecânica para a retirada do solo orgânico (0,25 a 1,0 m de espessura). Posteriormente a areia é retirada com auxílio de pá carregadeira dispendo o material sobre caminhões caçambas para realização do transporte. Com a evolução da lavra, são abertas cavas em formato circular e profundidade variando de 7 a 10 m de altura.

No areal Areia Branca (bloco 3 - Figura 4.2) a mina possui uma frente de lavra em formato circular com dimensões aproximadas de 150 por 100 m. Estratigraficamente do topo para base é observado

material arenoso de granulometria fina com aproximadamente 1,5 m de espessura. Em sequência é observada areia quartzosa com variação de granulometria fina a grossa, com espessura de 5,0 m (Figura 4.6).

O areal do Antônio (bloco 3 - Figura 4.2) é observado a exploração de areia grossa, fina e média, a mina possui uma frente de lavra, em formato circular, com extensão aproximada de 135 por 100 m, com bancada média de 10 m de altura. Do topo para base o depósito é constituído por material arenoso com espessura média de 4,0 m. Em sequência é observada areia quartzosa, de granulometria variando

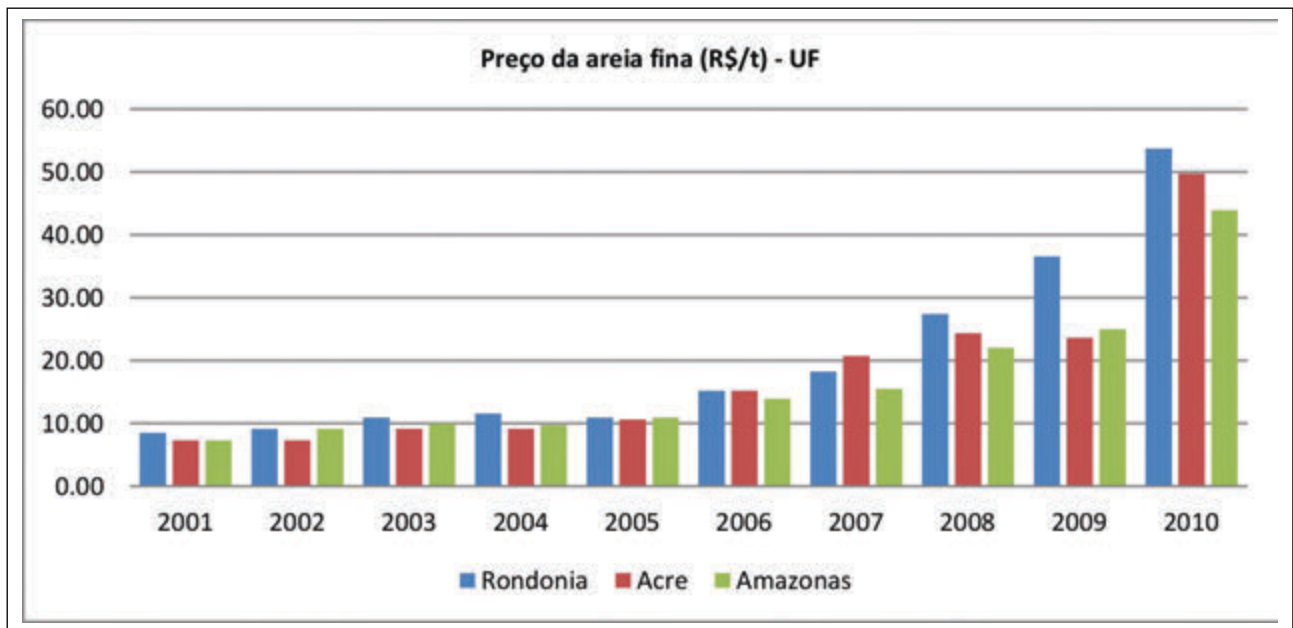


Gráfico 4.3 – Preço da areia fina, média histórica.

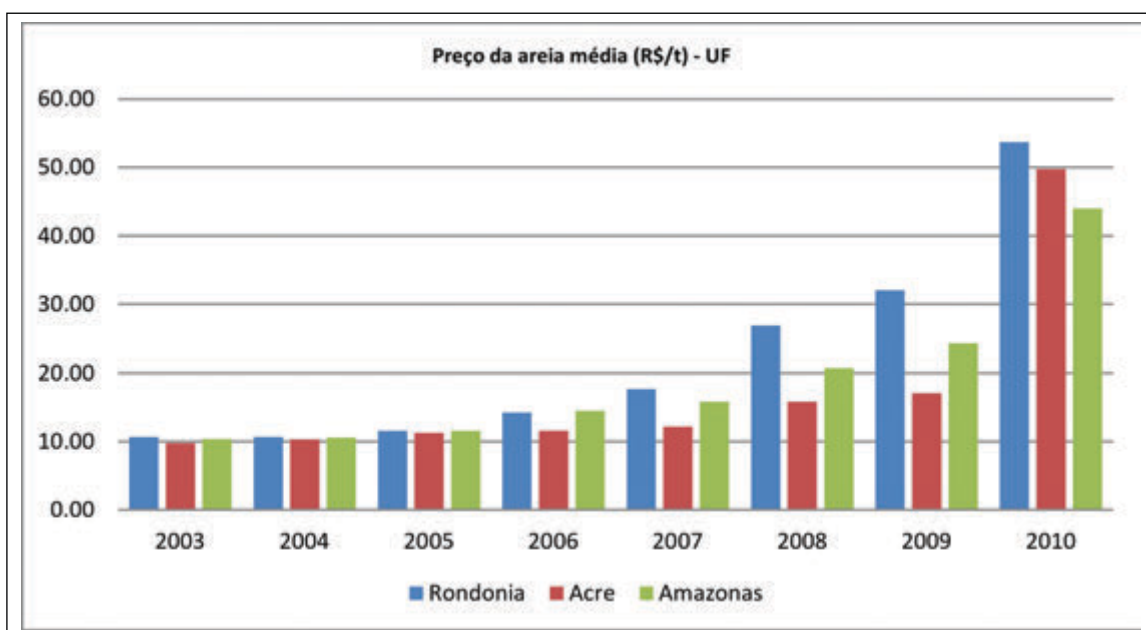


Gráfico 4.4 – Preço da areia média, média histórica.

de fina a grossa com presença de estratificações plano-paralela (Figura 4.7), contendo ilmenita.

De acordo com os dados coletados em campo, pode-se concluir que cada empresa atualmente instalada tem condições de produzir 150 toneladas por dia. Como foram identificadas cerca de 8 empresas que exploram areia na região marginal do rio Candeias, pode-se inferir uma produção mensal de 24.000 toneladas.

O preço registrado nos areais (FOB) para areia média e grossa é de R\$ 35,00/m³, adicionando-se o valor do frete (CIF), o metro cúbico da areia aumenta para R\$ 50,00/m³. A distância média da fonte produtora (rio Candeias) até os fornecedores (Porto Velho) é de 20 km.

Os gráficos a seguir apresentam médias históricas dos preços praticados, nos comércios locais, de areia fina e média no período de 2001 a 2010 pelos estados de Rondônia, Acre e Amazonas (dados do SINAPI). A média na Região Norte da areia fina é de R\$ 42,00, enquanto em Rondônia o valor é em torno de R\$ 53,00. O preço da areia fina variou muito a partir do ano de 2008, seguindo alta atual (Gráfico 4.3). O valor da areia média é de R\$ 53,00 em Rondônia e o preço mediano da região Norte é R\$ 41,00. O menor preço desta região foi observado em Roraima (R\$ 14,66) e a média nacional é em torno de R\$ 25,00. Em Porto Velho é verificado o aumento da variação dos preços da areia média a partir do ano de 2007 (Gráfico 4.4).

Qualidade

As areias dos depósitos de planície aluvionar das frentes de lavra do bloco 3, no rio Candeias, apresentam cor clara com impregnações ferruginosas, mineralogia predominantemente composta por quartzo, granulometria variante e grãos arredondados a subarredondados.

A análise mineralógica de grãos com lupa binocular identificou, em 2 amostras de areia destes depósitos, a predominância de quartzo e feldspato, con-

tendo óxidos de ferro ilmenita, magnetita, hematita e limonita, com rutilo e monazita em menor fração.

Amostras de areia de depósitos aluvionares em diversos pontos foram analisadas (Tabela 4.7), e mostraram a variação de areia muito fina a muito grossa, com predominância da maioria das amostras em areia média. Nas amostras é observado a variação na porcentagem de finos de 0,82 a 28,58%. Essa variação é devida a heterogeneidade granulométrica dos pacotes sedimentares.

Do ponto de vista de aplicação, considerando a forma dos grãos e de acordo com os dados adquiridos no questionário, constata-se que as areias destes depósitos são utilizadas para de uso em argamassas, pisos, contrapiso e demais aplicações para quais tem sido comercializadas.

Reservas estimadas

Uma estimativa das reservas disponíveis pode ser realizada a partir da área total das planícies aluvionares localizadas nos blocos identificados, multiplicando-se a área respectiva pela espessura média dos depósitos observados (Tabela 4.8).

O somatório dos quatro blocos (aproximadamente 18,2 milhões de m²) x a espessura média dos depósitos aluvionares observados nas frentes de lavra (5 m) x densidade aparente *in situ* (1,8) x percentual de reserva disponível (50%), o resultado obtido é 82,1 milhões de toneladas de areia de planície aluvionar na região do rio Candeias.

Perspectivas Futuras

Os depósitos da planície aluvionar do rio Candeias apresentam grande potencial de reserva disponível, com fácil condição de acesso e simplificado processo de extração, além de poucas restrições ambientais. Suas areias são utilizadas para

Tabela 4.7 – Classificação granulométrica de areias de planícies aluvionares do rio Candeias.

Amostra	ARG / SIL <0,062 mm	A M F 0,062 mm	A F 0,125 mm	A M 0,250 mm	A G 0,50 mm	A M G 1,00 mm	GRAN 2,00 mm	SEI 4,00 mm	Classificação Wentworth	Local
CE-FT-19	0,82	3,97	5,95	24,93	28,21	28,94	6,41	0,77	AMG	Ramal do Caju - Candeias
CE-FT-33	28,58	41,69	26,35	2,35	0,17	0,32	0,54	0	AMF	Ramal PV-08
CE-151	9,96	6,75	14,04	28,38	12,85	18,24	8,71	1,07	AM	Margem rio Candeias
CE-193	12,54	3,88	20,7	27,31	17,59	17,99	0	0	AM	Margem rio Candeias
CE-252	18,81	8,57	24,13	27,24	12,35	8,9	0	0	AM	Ramal 21 de abril
CE-476-A	4,74	1,06	0,64	1,07	8,39	37,48	35,74	10,88	AMG	Margem rio das Garças
CE-487-B	6,22	2,38	15,07	53,22	16,55	6,55	0	0	AM	Margem rio Candeias
CE-520-A	9,11	5,08	23,45	38,74	12,57	7,41	3,63	0	AM	Margem rio Candeias

Notas: ARG/SIL= argila/silte, AMF= areia muito fina, AF= areia fina, AM= areia média, AG= areia grossa, AMG= areia muito grossa, GRAN= grânulo, SEI= seixo, CM= cascalho médio.

Tabela 4.8 – Estimativa da reserva lavrável na região dos depósitos da planície aluvionar do rio Candeias.

Local	Área (m ²)	Espessura (m)	Volume (m ³)	Densidade (t/m ³)	Reserva estimada (t)	Reserva lavrável 50% (t)
bloco 1	7.324.259	5	36.621.295	1,8	65.918.331	32.959.165,5
bloco 2	6.670.500	5	33.352.500	1,8	60.034.500	30.017.250
bloco 3	1.800.000	5	9.000.000	1,8	16.200.000	8.100.000
bloco 4	2.467.720	5	12.338.600	1,8	22.209.480	11.104.740
Total	18.262.479	5	91.312.395	1,8	164.362.311	82.181.155,5

diversos fins como agregado para concreto e argamassas entre outros.

Depósitos da Cobertura Indiferenciada

Os depósitos sedimentares da cobertura indiferenciada são concentrações de areia e argila em superfícies planas, com espessuras de 4 a 6m, com a areia variando de grossa a fina. Os principais depósitos de exploração ocorrem na estrada dos Periquitos.

Localização e Domínio Geológico

Os depósitos de areia da estrada dos Periquitos estão localizados na porção central da Folha Porto Velho. São concentrações de material constituído por areia quartzosa, média a grossa, intercalada com argila, contendo grãos de feldspato e ilmenita. Os pacotes de material arenoso possuem em média 5 metros de espessura, contendo uma variação do topo para base, de areia grossa, média e fina. É observada neste depósito, a existência de uma camada de argila mosqueada, utilizada para cerâmica vermelha.

O acesso aos areais é realizado pela BR-364 até a entrada do bairro Ulisses Guimarães, a cerca de 9 km. Da entrada do bairro até a região de exploração percorre-se mais 5 km pela estrada dos Periquitos.

A área total deste depósito é de aproximadamente 20 km² (8 km x 2,5 km), em uma área plana, em cotas de superfície da ordem de 90 m. Esses materiais são originados a partir de processos fluviais, planícies de inundação e depósitos lacustres, constituindo uma variedade lateral do aporte de sedimentos. As unidades de exploração foram dispostas em três principais áreas (Mapa de Potencialidades Minerais em Anexo, Figura 4.2).

Produção Atual

Nos areais é retirado areia grossa, média e fina para a indústria de agregados e argila para cerâmica vermelha extraídas em diferentes frentes de lavra. Foram visitados 5 areais na estrada dos periquitos e região próxima, na área 1 (areal do Junior e do Rudsnei), na área 2 (areal do Peron e Piauí) e na área 3 (Skinão materiais de construção).

A lavra de areia se inicia com a remoção da pequena cobertura vegetal contendo solo orgânico e raízes, que varia de 0,25 a 0,80 m. Esta região não possui floresta densa o que facilita esta ação inicial. Dependendo do local, e em função da variação de deposição de sedimentos, pode-se ter argila na porção superior e areia na base, como o caso do areal do Junior, ou a situação inversa como no areal do Peron. Esta argila geralmente é comercializada com cerâmicas instaladas em Porto Velho, e tem aproximadamente 4,5 m de espessura. São utilizadas escavadeiras hidráulicas para retirada desse material e o carregamento é efetuado em caminhões caçambas para o transporte de material.

As lavras geralmente ocorrem de forma desordenada e não são observados processos de recuperação das áreas. Com a evolução do processo de extração, são abertas cavidades no formato circular ou na forma de ferradura, com as frentes de lavra variando de 7 a 10 m de altura, dependendo da espessura do depósito mineral.

No areal do Peron (área 2 - Figura 4.2) a mina possui três frentes de lavra em formato arredondado com dimensões de 100 x 100 m da principal cava, estratigraficamente do topo para base, é lavrado material arenoso de granulometria fina utilizado para reboco e argamassa, com espessura de 2,80 m. Em sequencia é observada areia quartzosa com variação de granulometria de média a grossa, com espessura de 3,8 m (profundidade 2,80 até 6,60 m). Na profun-



Figura 4.8 – Vista da frente de lavra do areal do Peron. Extração de areia e argila na estrada dos Periquitos.

didade de 6,60 m, é observada argila de cor esbranquiçada, sendo esta comercializada para utilização na indústria da cerâmica vermelha (Figura 4.8).

No areal do Junior (área 1 - Figura 4.2) foi observada a exploração de areia grossa, fina e média e argila para cerâmica vermelha. A mina possui 4 frentes de lavra, em formato de ferradura, tendo em cada uma a extensão de aproximadamente 125 x 100 m, com bancada de profundidade média de 8 m. Do topo para base é constituída por argila plástica de cor variando de avermelhada (de 0 até 2,40 m) para esbranquiçada (de 2,40 até 4,50 m), com aproximadamente 4,5 m de espessura total desta camada. Em sequencia é verificada areia quartzosa, de granulometria variando de grossa a fina, contendo ilmenita e a presença de estratificações plano-paralela. A areia grossa possui espessura aproximada de 1,5 m (profundidade 4,5 até 6,0 m), e a partir de 6 m de profundidade é observada areia fina, esta camada possui no mínimo 1,5 m de espessura (Figura 4.9).

Finalmente, o areal do Skinão esta localizada no final do ramal 15 de Novembro, onde a lavra ocorre paralelamente a uma drenagem de 3ª ordem afluente do rio Candeias (área 3 - Figura 4.2) onde a cava tem aproximadamente de 250 por 65 m (Figura



Figura 4.9 – Vista de frente de lavra do areal do Junior. Argila no topo do depósito e areia estratificada na base.



Figura 4.10 – Areal do Skinão. Lavra de material arenoso (areia fina e grossa).

4.10). As bancadas têm cerca de 8 m de altura, e são constituídas do topo para base por: material utilizado para reboco de composição areno-argilosa, de 0 até 3 m, em seguida é observada areia quartzosa fina com aproximadamente 2 m de espessura e na base do depósito é constatado areia grossa até a profundidade de 8 m. Com a retirada do material, regularmente ocorre o escoamento do lençol freático na profundidade final da bancada, sendo na época invernososa efetuado o bombeamento contínuo das águas.

Nos diversos areais observados neste projeto, a produção é bastante variável em função da demanda. Segundo dados coletados junto ao DNPM, em média, as diversas empresas da estrada dos Periquitos extraem entre 400 a 800 toneladas / mês.

Estima-se então que a produção anual é de aproximadamente 50.000 t / ano (34 t por dia x 6 empresas x 250 dias uteis de produção/ano). Ainda de acordo com as informações do DNPM, as empresas deste ramo em Porto Velho produziram em 2009, em média, 77.464 toneladas por ano.

Os preços registrados nos areais da região da estrada dos Periquitos FOB e CIF estão dispostos na tabela a seguir para os diversos tipos de areia lavradas (Tabela 4.9).

Segundo dados do SINAPI, a média de preços na região Norte da areia fina é R\$ 42,00/m³, enquanto que em Rondônia o valor praticado é de R\$ 53,00/m³. Como pode-se observar houve uma grande variação dos preços a partir do ano de 2008, seguindo alta atual (Gráfico 4.3).

Por outro lado, a areia média apresenta um valor de R\$ 53,00/m³ em Rondônia, enquanto que o preço médio na região Norte é R\$ 41,00/m³. O menor preço praticado nesta região foi observado em Roraima (R\$ 14,66/m³,) e a média nacional esta em torno de R\$ 25,00/m³. Em Porto Velho o aumento da variação dos preços foi notado a partir do ano de 2007 (Gráfico 4.4).

Tabela 4.9 – Preços FOB e CIF dos areais da região da estrada dos Periquitos.

Produto	Preço (FOB) / m ³	Preço (CIF) / m ³	Distância (km)
Areia para aterro	7,00	30,00	15 a 20
Areia fina	12,00 a 16,66	23,33 a 33,33	15 a 20
Areia média	35,00	50,00	15 a 20
Areia grossa	26,00	46,00	15 a 20

Qualidade

As areias da cobertura indiferenciada das principais frentes de lavra da estrada dos Periquitos apresentam tonalidade clara, constituída essencialmente de quartzo com impregnações ferruginosas e cores que variam de vermelho a amarelo,

granulometria variando de fina a grossa e grãos arredondados a subarredondados.

A análise mineralógica de grãos com lupa binocular identificou, em 4 amostras de areia desse depósito, a predominância de quartzo e feldspato, contendo óxidos de ferro ilmenita, magnetita, hematita e limonita, com rutilo, espinélio, leucóxênio, zircão e monazita.

Na Tabela 4.10 estão identificadas amostras dos areais da estrada dos Periquitos, relacionados a cobertura indiferenciada. A análise granulométrica foi efetuada obedecendo a classificação de Wentworth, que se baseia em um intervalo de classe de areia numa escala graduada. Os resultados revelam que, na fração areia, predomina a variação areia muito grossa a muito fina.

Do ponto de vista de aplicação, considerando a forma dos grãos e de acordo com os dados adquiridos no questionário, constata-se que as areias e o material arenoso destes depósitos são utilizados para uso em argamassas, pisos e contrapisos, indústria cerâmica, aterros e demais aplicações para quais tem sido comercializadas.

Reservas estimadas

De acordo com os dados oficiais do DNPM, não constam dados de reservas para a substância areia, conforme observado no anuário mineral de 2010 (Tabela 4.4). Os sedimentos da cobertura indiferenciada ocorrem por quase toda a Folha Porto Velho e reco-

Tabela 4.10 – Identificação e resultados das análises de amostras da estrada dos Periquitos

Amostra	ARG / SIL	A M F	A F	A M	A G	A M G	GRAN	SEI	Classificação	Local
	<0,062 mm	0,062 mm	0,125 mm	0,250 mm	0,50 mm	1,00 mm	2,00 mm	4,00 mm	Wentworth	
CE-507-B	6,19	2,81	5,1	15,33	23,17	29,49	15,81	2,1	Areia muito grossa	Areal Peron
CE-507-C	37,38	49,09	12,88	0,32	0,15	0,16	0	0	Areia muito fina	Areal Peron
CE-509-B2	4,5	1,42	4,7	18,83	19,58	29,64	16,26	5,07	Areia muito grossa	Areal Jr.
CE-509-C2	5,49	3,68	25,33	37,16	18,48	9,86	0	0	Areia média	Areal Jr.

Notas: ARG/SIL= argila/silte, AMF= areia muito fina, AF= areia fina, AM= areia média, AG= areia grossa, AMG= areia muito grossa, GRAN= grânulo, SEI= seixo, CM=cascalho médio.

brem quase a totalidade da porção central, onde são localizados os depósitos da estrada dos Periquitos.

Uma estimativa das reservas pode ser realizada a partir da medição aproximada da extensão linear total dos requerimentos destinados a areia desta região. Considerando que o somatório dos requerimentos para areia é cerca de 220,00 ha, com dimensões aproximadas de 1.500 por 1.480 m x espessura média dos depósitos observados (4,00 m) x densidade aparente *in situ* (1,8 t/m³) x percentual de reserva ainda disponível e lavrável da ordem de 50% resultaria em uma reserva de 7,92 milhões de toneladas. É válido ressaltar que a soma das áreas de requerimento não chegam a 10% do total que pode ser aproveitável nesta região.

Perspectivas Futuras

Os depósitos de cobertura indiferenciada (areia e argila) apresentam bom potencial para aproveitamento por conta da disponibilidade de matéria prima e relativa facilidade de extração do material.

Com base nos estudos de campo, a área da estrada dos Periquitos em Porto Velho, possui grande potencial de areia (7,92 milhões). Para de uso em argamassas, pisos e contrapiso e demais aplicações para quais tem sido comercializadas.

Por outro lado, é observado o potencial de exploração argila deste depósito, ainda pouco empregado na indústria local de cerâmica vermelha. Este insumo poderá acrescentar um maior valor econômico ao processo produtivo final.

Não foram observadas áreas de ocupação próximas destas minas, apenas algumas moradias de caráter rural. Outro fator positivo, é pela relativa distância à Porto Velho.

Em relação ao aspecto ambiental, não foram verificadas restrições, sendo que um melhor planejamento de lavra poderia ampliar a vida útil destes depósitos e reduzir o impacto ao meio ambiente.

4.2.2 - Argila para Cerâmica Vermelha e Branca

Conceito

A argila conceitualmente é um material natural de textura terrosa, de granulação fina, que geralmente adquire, quando umedecida com água, certa plasticidade. Segundo Santos (1975), as argilas são essencialmente constituídas por partículas extremamente pequenas, com fração granulométrica inferior ou igual a 2 microns, de um número restrito de minerais, denominados de argilo-minerais.

O termo argila designa a família dos minerais filossilicáticos hidratados (silicatos de alumínio), onde pode ser composta por um argilomineral ou por uma mistura de dois ou mais argilo-minerais. Os principais grupos de argilo minerais são da caulinita, illita, esmectita e montmorilonita. Outros grupos são da clorita, vermiculita e sepiolita/paligorskita.

O termo argila também é usado na classificação granulométrica de partículas, menores do que 1/256 mm ou 4 µm de diâmetro.

A definição de cerâmica é a atividade de produzir peças sólidas tendo como componentes materiais inorgânicos e não metálicos, sendo obtidos geralmente após tratamento térmico em temperaturas elevadas.

As argilas são os insumos essenciais para fabricação de cerâmica (vermelha e branca). São materiais comuns, baratos, diversificados e abundantes na natureza (Gonçalves, 2011)

Na presença de água, as argilas desenvolvem outras propriedades, tais como compactação, resistência mecânica a úmido, retração linear de secagem e viscosidade de suspensões aquosas que explicam a sua grande variedade de aplicações industriais.

Aplicações

Na indústria da construção civil, as argilas são as matérias primas utilizadas na composição total e/ou parcial das massas para os diversos tipos de cerâmica: cerâmica estrutural ou vermelha (tijolos, telhas, blocos, lajes, lajotas e elementos vazados diversos), cerâmica branca (louça sanitária, porcelana de mesa, porcelana elétrica, porcelana técnica e de laboratório), cerâmica de revestimento (azulejos, porcelanatos, ladrilhos e pastilhas) e as cerâmicas especiais (de alta tecnologia).

As argilas também são utilizadas nos seguintes setores industriais: Indústria de cimento tipo Portland (argila pozolânica), de vidro, de abrasivo, de agregado leve, materiais refratários, produtos sílico-aluminosos e aluminosos, de tinta, isolantes térmicos e etc.

Especificações

Para determinação do uso dos variados tipos de argilas, são recomendadas as seguintes análises e/ou ensaios: análise química – determina a composição química da argila; análise granulométrica – determina a variação dos tamanhos dos grãos e quantidade de partículas presentes; análise mineralógica – avaliação semi-quantitativa por difratometria de raio x dos minerais presentes e o ensaio cerâmico – determina as propriedades físicas como contração linear, tensão de ruptura a flexão, absorção de água, porosidade aparente, massa específica e perda ao fogo.

O ensaio cerâmico determina qual o uso dependente de suas especificações, observado na Tabela 4.11. São normas técnicas orientativas: NBR-7218:2010 – Agregados – Determinação do

teor de argila em torrões e materiais friáveis; NBR-46:2003 – Agregados - Determinação do material fino que passa através da peneira 75 µm, por lavagem; NBR 15310:2005. Componentes cerâmicos - Telhas - Terminologia, requisitos e métodos de ensaio; ABNT-NBR-13818:1997 – Placas cerâmicas para revestimento - Especificação e métodos de ensaios; ABNT-NBR-7180:1984 – Solo - Determinação do limite de plasticidade.

Tabela 4.11 – Valores limites recomendados para massa cerâmica com uso em cerâmica vermelha. Fonte: Santos (1975).

Massa Cerâmica (Extrudada / Presada)	Produtos Cerâmicos		
	Tijolos	Blocos	Telhas
Tensão de ruptura da massa seca à 110º	15 kgf/cm ²	20 kgf/cm ²	30 kgf/cm ²
Tensão de ruptura da massa após queima (mínima)	20 kgf/cm ²	55 kgf/cm ²	65 kgf/cm ²
Absorção de água da massa após queima (máxima)	-	25%	20%
Cor de queima	Vermelha	Vermelha	Vermelha

Metodologia

Foi efetuado um diagnóstico das regiões produtoras, com entrevistas e visitas as cerâmicas e depósitos de argila, com preenchimento de formulários do Projeto Materiais de Construção Civil da Folha Porto Velho

Também foi realizado o mapeamento geológico das unidades litoestratigráficas, com utilização imagens de fotosensores (fotografias aéreas, imagens de satélites e dados de topografia) na escala 1.100.000.

Foi efetuada a integração de dados anteriores do Projeto Argilas de Porto Velho (Souza, 1978) que visou o estudo preliminar de matérias primas para emprego imediato na construção civil, argilas para cerâmica vermelha e branca e materiais para indústrias especializadas, cobrindo uma área de 400 km² abrangendo a cidade de Porto Velho. Neste projeto (Argilas de Porto Velho, 1978/1979) foram realizados trabalhos de mapeamento geológico, cadastramento de ocorrências em áreas de exploração, e em uma segunda etapa sondagens para dimensionar 11 ocorrências para argila, contando com 224 ensaios tecnológicos.

No presente projeto foi realizada a análise do potencial das reservas e sua utilização, das atuais fontes produtoras, assim como alternativas futuras. Mediante o mapeamento geológico realizado, foram executados 54 furos com trado do tipo IPT, sendo este ideal para a coleta de amostras de material com pouca coesão ou mesmo com certo nível de umidade. Foram analisadas 20 amostras para o ensaio cerâmico em duas temperaturas. Na maioria das amostras da zona mosqueada, existe uma pequena variação composicional da argila com a profundidade, e neste caso, a amostra é homogeneizada com todo o material. Foram coletados em média 10 kg de amostras para o ensaio cerâmico (seco e úmido).

Os ensaios tecnológicos especializados nas amostras selecionadas permitiram identificar a executabilidade de sua utilização na indústria cerâmica. O procedimento foi baseado na norma ABNT NBR 7180/1984 - (Método de Atterberg), para a determinação do limite de plasticidade.

Foi efetuado um ensaio preliminar para cerâmica branca. As amostras foram preparadas com secagem prévia em estufa a 60°C, moídas em moinho de bolas revestido de alumina e passadas na peneira ABNT abertura de 0,075 mm (nº 200), homogeneizadas e reduzidas à cerca de 1000g e em seguida, foram umedecidas com 10% de água.

Os corpos de prova preparados para o ensaio preliminar cerâmico consistiram de um prisma reto com dimensões aproximadas de 60 mm x 20 mm x 5 mm, moldados por prensagem com pressão de 200kgf/cm² (19,6 MPa), em prensa hidráulica, secos ao ar durante 24 horas e, posteriormente, em estufa a 110°C durante 24 horas e queimados em forno elétrico com atmosfera natural nas temperaturas de 1100°C e 1200°C, com taxa de aquecimento de 5°C/minuto e patamar de 3 horas.

Também foi efetuado o ensaio preliminar para cerâmica vermelha. As amostras foram preparadas com secagem prévia em estufa a 60°C, moídas em moinho de bolas revestido de alumina e passadas na peneira ABNT abertura de 0,180 mm (nº 80), homogeneizadas e reduzidas à cerca de 3000 g.

Os corpos de prova preparados para o ensaio preliminar cerâmico consistem de um prisma reto com dimensões aproximadas de 70 mm x 20 mm x 10 mm, moldados por extrusão como 1º teste, secos ao ar durante 48 horas, em estufa a 60°C durante 24 horas e, posteriormente, em estufa a 110°C durante 24 horas e queimados em forno elétrico com atmosfera natural nas temperaturas de 850°C e 950°C, com taxa de aquecimento de 5°C/minuto e patamar de 3 horas.

As amostras que não apresentaram plasticidades para conformação dos corpos de prova por extrusão foram preparadas para a prensagem como 2º teste. O ensaio preliminar cerâmico consistiu de um prisma reto com dimensões aproximadas de 60 mm x 20 mm x 5 mm, moldados por prensagem como 2º teste, com pressão de 200kgf/cm² (19,6 MPa), em prensa hidráulica, secos ao ar durante 24 horas e, posteriormente, em estufa a 110°C durante 24 horas e queimados em forno elétrico com atmosfera natural nas temperaturas de 850°C e 950°C, com taxa de aquecimento de 5°C/minuto e patamar de 3 horas.

Processo Produtivo

O desenvolvimento da lavra dos depósitos de argila é iniciado com a limpeza do terreno, em geral são retirados 0,60 m de solo orgânico com raízes. O desmonte é realizado com pá carregadeira e tratores

de esteira. O transporte é realizado por caminhões caçambas até a cerâmica.

O material armazenado durante a época de chuvas tende a secar em galpões até uma semana antes da conformação dos produtos cerâmicos. Durante a estiagem este material é umedecido e homogeneizado para a próxima etapa.

A pá carregadeira alimenta o processo produtivo obedecendo ao seguinte fluxograma: O material argiloso é disposto em um caixão alimentador que fornece uniformemente a linha de produção, por meio de uma correia transportadora evitando interrupções na produção por falta ou excesso de material. Em seguida este material é conduzido ao desintegrador, que faz a pré-laminação, através da passagem entre os rolos (4 a 9 mm) de onde segue ao misturador que é o equipamento que garante a mistura homogênea de diversos tipos de argila, distribuindo água e triturando os torrões. Posteriormente, o laminador realiza o processo de eliminação dos pedregulhos e completa a mistura da massa. O material é encaminhado em seguida para a “maromba” ou extrusora, através de um molde para formar uma coluna contínua, a qual é cortada em dimensões pré-definidas (Figura 4.11). A máquina extrusora tem a função de homogeneizar, desagregar e compactar as massas cerâmicas dando forma ao produto.

Após a conformação, inicia-se a etapa de secagem. Esse processo é uma operação muito importante na fabricação da cerâmica estrutural, requer cuidados especiais para garantir que a água contida nos produtos seja lenta e uniformemente eliminada por toda a massa cerâmica para evitar possíveis defeitos nas peças, como trincas, empenamentos ou quebras. É realizada a secagem natural, ao ar livre, próxima aos fornos para aproveitamento do calor circulante, por um período de 2 a 6 dias, dependendo da umidade relativa do ar no local de secagem (Figura 4.12).

A queima é a etapa mais importante de todo processo produtivo. É durante essa etapa que se manifestam várias propriedades das argilas através das transformações físicas, químicas e mecânicas causadas pela ação do fogo. No processo da queima estão presentes quatro fases: a) esquentar ou preaquecimento, caracterizado por um aquecimento gradual para retirada de água residual, sem provocar defeitos na peça cerâmica causados por contrações diferenciais durante a expulsão da umidade remanescente, num período de 8 a 13 horas chegando até 650°C; b) fogo forte ou caldeamento, que se inicia por volta de 650º e pode ser elevada em maior ritmo até 950°C ou 1000°C. É nessa fase que se verificam as reações químicas que proporcionam ao corpo cerâmico as características de dureza, estabilidade, resistência aos vários agentes físicos e químicos, como também a coloração pretendida; c) patamar, a temperatura máxima de queima é mantida por um determinado período de tempo, dessa forma, a câmara aproxima ao máximo o gradiente de temperatura por todo o

forno; d) resfriamento, realizado de forma gradual e cuidadosa para evitar ocorrência de trincas, através da chaminé ou do aproveitamento de calor para os secadores, num período de em torno de 24 a 36 horas (Figura 4.13). Finalmente o material é destinado ao consumidor final (Figura 4.14).



Figura 4.11 – Estrutura da cerâmica com “maromba” alimentada pelo laminador.



Figura 4.12 – Operário retirando tijolo “cru” para a etapa de secagem.



Figura 4.13 – Processo de queima observa-se o sarrafo (resto de madeira) como combustível.



Figura 4.14 – Carregamento de caminhão com tijolos de 6 furos ao fim do processo produtivo.

Principais depósitos de argila e regiões produtoras

A produção de argilas em Porto Velho é realizada por dois distintos usos deste material. O primeiro é na indústria da cerâmica vermelha com polos de produção na cidade de Porto Velho, na área urbana e no seu entorno, além de depósitos secundários que apenas fornecem matéria prima, localizados na estrada dos periquitos e nas proximidades do rio Candeias, em Candeias do Jamari. O mercado local apresenta tímida participação e pouca variedade de material, concentrado praticamente na produção de tijolos de seis furos, grande parte do material consumido em Porto Velho. Produtos diversificados, como telhas por exemplo, são oriundos do interior do estado de Rondônia, da cidade de Cacoal. Outros produtos de valor agregado são importados da região produtora do sul do Estado de Santa Catarina.

O segundo uso das argilas é na indústria do cimento do Grupo Votorantim, recentemente instalada. São duas minas em operação, uma próxima ao município de Candeias do Jamari e outra no km 4 da BR-319, na margem esquerda do rio Madeira.

Os principais depósitos de argilas são de origem sedimentar e estão relacionados aos litotipos da Cobertura Indiferenciada e Formação Rio Madeira. Outra fonte de argila, menos utilizada, é da unidade horizonte mosqueado ferruginoso. As empresas produtoras de material cerâmico, em maioria, utilizam a argila proveniente da cobertura indiferenciada para cerâmica vermelha, também é comum ser utilizada a mistura com argila de origem residual para a manufatura de tijolos na região de Porto Velho.

As empresas ceramistas se concentram todas nesta área, dentro ou bem próximo da área urbana. Podendo subdividir em 4 microrregiões (Figura 4.15):

- Microrregião da área urbana de Porto Velho

- Microrregião do ramal 21 de abril
- Microrregião do ramal 13 de Setembro
- Microrregião da BR-364

1 - MICRORREGIÃO DA ÁREA URBANA DE PORTO VELHO

Localização e Domínio Geológico

Esta microrregião é localizada na área urbana do município de Porto Velho, precisamente no bairro Industrial, zona norte da capital (Área 1 - Figura 4.15). Concentra o maior número de empresas produtoras de cerâmica vermelha, contando com aproximadamente 10 unidades operacionais, conforme levantamento de campo realizado em 2010, de portes pequeno a médio, onde apenas três empresas produzem até 450.000 unidades por mês, predominando tijolos de 6 furos e lajes para pré-moldados.

Estas empresas estão concentradas em um raio inferior a 5 km de distância, em uma região de ocupação urbana residencial, onde as áreas de exploração da maioria das cerâmicas estão localizadas na rua dos oleiros, distando no máximo 4 km até as cerâmicas.

As argilas relacionadas a cobertura indiferenciada apresentam em média 4 m de espessura, de tonalidade clara a avermelhada com mosqueamento, com areia fina na base desses depósitos. É comum a variação de dois ou mais tipos de argila com variação lateral e em profundidade.

Qualidade

As análises mineralógicas realizadas (Souza, 1978) por difração de raios X (DRX) em seis amostras das principais áreas de exploração da área urbana de Porto Velho (rua dos oleiros e estrada do parque ecológico) mostraram composição dominante por minerais de caulinita e esmectita, seguidos por illita e clorita (ausentes em apenas uma amostra). O quartzo presente em todas as análises é uma impureza natural das argilas e atua como um material não plástico no sistema água/argila.

Na Tabela 4.12 são apresentados os dados de testes tecnológicos com corpos de prova de 6 x 2 x 0,5 cm moldados por prensagem, sob pressão de 200 kgf/cm² nas temperaturas de 110°C, 950°C e 1250°C. Após esta etapa, os corpos de prova foram avaliados para determinação do índice de retração linear de queima, absorção de água, porosidade aparente, massa específica aparente e resistência mecânica à flexão.

Os resultados da queima dos corpos de prova revelaram a predominância de colorações de tonalidades avermelhadas. As argilas da microrregião urba-

na de Porto Velho mostraram a 950 °C, as cores rosa e vermelho variando de claro a alaranjado; a 1250 °C, as cores marrom avermelhado, vermelho escuro e rosa variando acinzentado, claro e avermelhado.

Os resultados dos ensaios cerâmicos dos produtos queimados, indicaram que, à medida que a temperatura variava (950 °C a 1250 °C), ocorria uma maior sinterização dos produtos. Esse fenômeno se deve à elevação da retração linear de queima, densidade aparente e da resistência mecânica à flexão. Ocorreu a redução de absorção de água e de porosidade aparente.

Perspectivas futuras

Apesar da extensão de áreas promissoras, o crescimento urbano desordenado tem inviabilizado o aproveitamento destes recursos minerais. Diante deste novo cenário, as cerâmicas estão sendo obrigadas a cada dia buscar novas fontes de suprimento de suas olarias ou serem como última alternativa obrigadas a se transferirem para outras localidades, acarretando conseqüentemente o aumento no custo da produção e por conseguinte aumento no dispêndio final do produto. Como exemplo estão as empresas situadas no ramal 13 de Setembro, que em pouco menos de 2 anos foram implantadas 2 unidades operacionais deslocadas de Porto Velho.

2 - MICRORREGIÃO DO RAMAL 21 DE ABRIL

Localização e Domínio Geológico

A microrregião do ramal 21 de abril está situada a cerca de 6 km de Porto Velho, tomando por referência o fim da Av. Guaporé com Av. Imigrantes (Área 2 - Figura 4.15). O acesso é realizado por via asfaltada, conhecida como estrada da Penal, contando com duas cerâmicas em operação (2010).

As argilas são relacionadas a cobertura indiferenciada apresentam interface do perfil de intemperismo em seus litotipos, abundantes nesta porção (ver mapa geológico em anexo), ocorrem em relevo plano, com ausência de afloramentos para descrição, tendo sido utilizadas sondagens a trado "tipo SPT" (Figura 4.16) para amostragens e descrição de material.

Estas sondagens apresentaram em média 5,2 m de espessura, onde a camada superficial de solo e raízes variou de 0,30 a 0,50 m. O material argiloso superficial é o mais alterado, de tonalidade avermelhada, constatando-se mosqueamento e concentração de nódulos de óxidos de ferro. A partir da profundidade de 2 m ocorre aumento gradativo de caulinita, proporcionando tonalidade esbranquiçada (Figura 4.17).

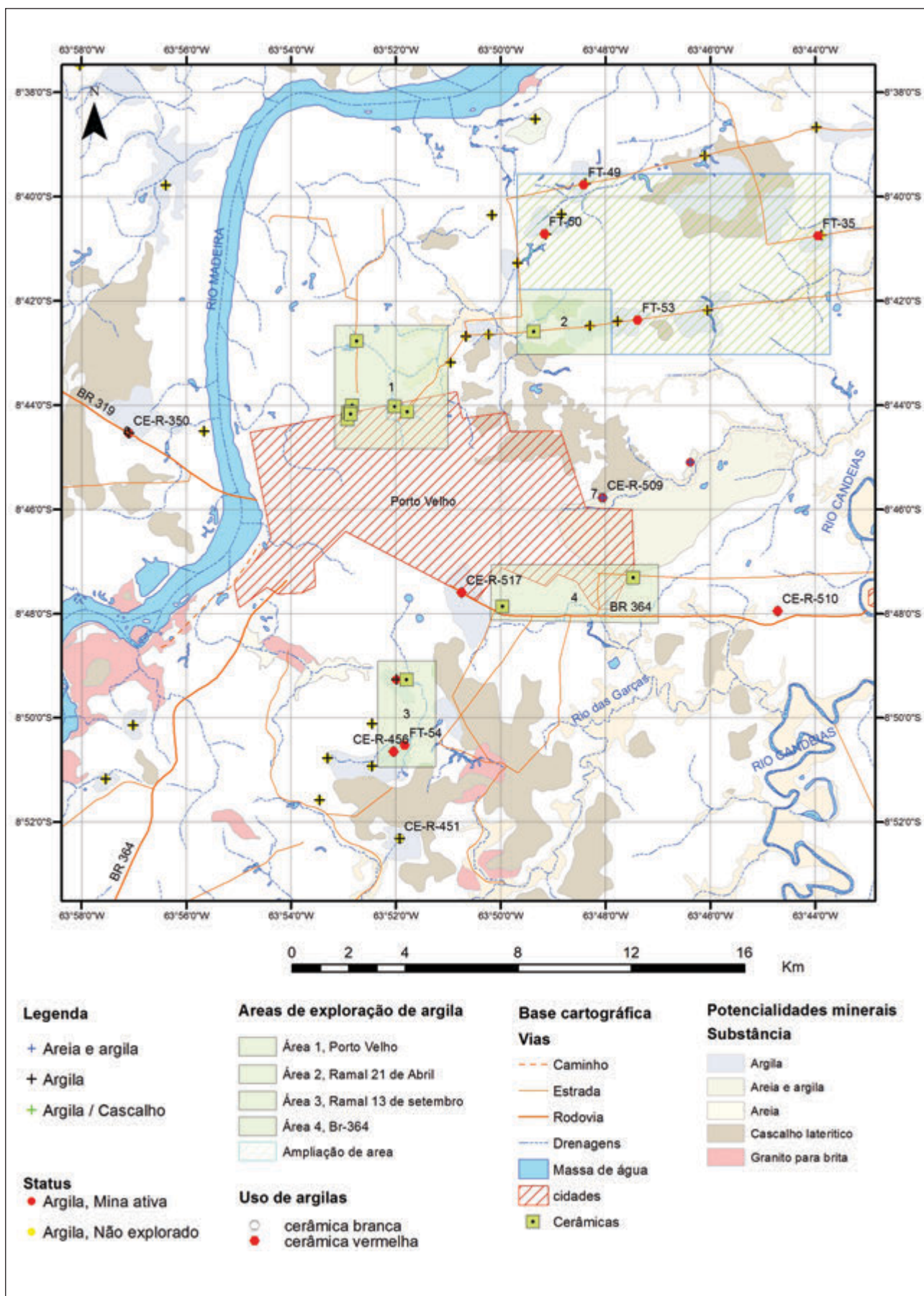


Figura 4.15 – Mapa de localização das áreas de exploração de argila.

Tabela 4.12 - Ensaio cerâmico das argilas da área urbana de Porto Velho

Amostra	TEMP (°C)	RL (%)	AA (%)	PA (%)	DA (g / cm ³)	TR (Kgf / cm ²)	PF (%)	CAQ
ss-330 a	950	4,21	15,04	30,47	2,03	104,19	9,22	Vermelho alaranjado
ss-330 a	1250	9,3	5,32	13,37	2,51	104,82	9,61	Marrom avermelhado
ss-332 a	950	0	18,44	34,17	1,85	25,35	8,2	Vermelho alaranjado
ss-332 a	1250	7,62	7,95	18,88	2,37	98,81	10,54	Rosa avermelhado
ss-334 a	950	0,99	25,82	45,23	1,74	35,14	9,24	Vermelho claro
ss-334 a	1250	7,91	8,57	27,76	3,24	107,49	8,72	Vermelho escuro
ss-351 a	950	2,74	19,53	40,49	2,07	40,25	3,15	Rosa
ss-351 a	1250	11,15	4,87	11,52	2,36	96,74	10,41	Rosa acinzentado
ss-353 a	950	0,16	16,06	30,08	1,87	20,51	6,39	Rosa pálido
ss-353 a	1250	4,89	8,96	19,85	2,21	91,76	8,87	Rosa claro

Fonte: Projeto Argilas de Porto Velho (1978)

Nota: TEMP= temperatura de queima, RL= retração linear, AA= absorção de água, PA= porosidade aparente, DA= densidade aparente, TR= tensão de ruptura, PF= perda ao fogo, CAQ= cor após queima.



Figura 4.16 – Sondagem rotativa com trado tipo SPT.



Figura 4.17 – Aspecto do material argiloso mosqueado retirado com utilização do trado tipo SPT.

Qualidade

As análises mineralógicas realizadas (Souza, 1978) por difração de raios X (DRX) em três amostras coletadas próximas das áreas de exploração do ramal 21 de Abril, mostraram composição dominante por minerais de caulinita, illita e esmectita, seguido por clorita (presente em uma amostra). O quartzo presente em todas as análises é uma impureza natural das argilas e atua como um material não plástico no sistema água/argila.

Os resultados obtidos com os corpos de prova produzidos por extrusão como 1º teste, conforme descrito na metodologia do item 4.2.2 – Argila para Cerâmica Vermelha e Branca, a amostra CE-FT-53 apresenta característica indicativa favorável para utilização na indústria de cerâmica vermelha, para fabricação de tijolos maciços. Os corpos de prova queimados a 950°C apresentaram as melhores características cerâmicas, estando o aspecto e cor dos corpos de prova apresentado na Figura 4.18.

O índice de plasticidade obtido na amostra de material argiloso, indicou o valor de 19,9% classificando-o como altamente plástico (Tabela 4.13).

A Tabela 4.14 apresenta as características do corpo de prova a seco à 110°C (secagem em estufa). Por outro lado, as características do corpo de prova após a queima estão apresentadas na Tabela 4.15. Os resultados dos ensaios cerâmicos dos produtos queimados indicam a elevação da contração linear de queima e total, da tensão de ruptura a flexão e da massa específica aparente. Observou-se, ainda, a redução da absorção de água e da porosidade aparente.

Valores obtidos de UP/UE, CLS e TRF após secagem em estufa.

Tabela 4.13 – Valores obtidos do limite de plasticidade.

Identificação da Seção (SRM)	Identificação da Cliente (Amostra)	Limite de plasticidade (%)
220/10	CE-FT-53	19,9±1,3

NOTA: Os resultados apresentam cálculo de incerteza para intervalos com 95% de confiança para média de 4 (quatro) determinações.

Tabela 4.14- Características cerâmicas dos corpo de prova seco a 110°C durante 24 horas.

Identificação da Seção (SRM)	Identificação da Amostra	UP/UE (%)	CLS (%)	TRF kgf/cm ² (MPa)	COR
220/10	CE-FT-53	23,8±0,3 (UE)	3,6±0,0	14±0 (1,4±0,0)	Creme

Nota: Legenda: UP = (Umidade de Prensagem); UE = (Umidade de Extrusão); CLS = (Contração Linear de Secagem); TRF = (Tensão de Ruptura à Flexão); e COR = (Coloração Final).
Valores obtidos de UP/UE, CLS e TRF após secagem em estufa.

Perspectivas futuras

Na microrregião do ramal 21 de Abril não há registro expressivo de ocupação urbana, o que favorece a possibilidade da instalação de novos empreendimentos mineiros. Outro fator importante é a relativa proximidade com o principal mercado consumidor. É proposta no mapa de potencialidades minerais em anexo, uma área de ampliação de aproximadamente 4.000 ha (Figura 4.15 – Expansão da área 2), tomando como base estudos realizados através de furos de sondagem tipo SPT a fim de estimar a profundidade da camada útil da ocorrência das argilas (Tabela 4.16).

O perfil geológico dos furos do topo para a base ficou assim definido:

Solo areno-argiloso de cor marrom, com matéria orgânica no topo; horizonte argiloso de cor avermelhada contendo quartzo e material laterítico e camada argilosa bastante plástica de cor esbranquiçada.

Os furos FT-35, FT-36, FT-49 e FT-50 apresentaram na base a seguinte variação: horizonte argilo siltoso (FT-49 e FT-50); camada de areia fina avermelhada (aproximadamente 40 cm) a 4,20 de profundidade (FT-35); camada areno-argilosa com intercalação de areia e argila (FT-36).

Os resultados obtidos com os corpos de prova produzidos por extrusão como 1º teste, conforme descrito na metodologia do item 4.2.2 – Argila para Cerâmica Vermelha e Branca, a amostra CE-FT-35 apresenta característica indicativa favorável a utilização na indústria de cerâmica vermelha, para fabricação de tijolos maciços e tijolos furados (blocos). Enquanto a CE-FT-49, apresenta característica indicativas favoráveis para utilização na indústria de cerâmica vermelha, para fabricação de tijolos maciços cerâmicos para alvenaria, tijolos furados (blocos) e telhas. Os corpos de prova queimados a 950°C apresentaram as melhores características cerâmicas. A Tabela 4.17 apresenta os valores obtidos do limite de plasticidade, enquanto a Tabela 4.18, Tabela 4.19 e a Tabela 4.20 apresentam respectivamente as características cerâmicas dos corpos de prova a 110°C e as características cerâmicas em duas temperaturas.

Tabela 4.15 – Valores obtidos em duas temperaturas para a amostra CE-FT-53 - Extrusão.

T (°C)	PF (%)	CLQ (%)	CLT (%)	TRF kgf/cm ² (MPa)	AA (%)	PA (%)	MEA (g/cm ³)	COR
850	3,7±0,0	0,2±0,0	3,8±0,0	26±1 (2,6±0,1)	19,6±0,1	34,4±0,2	1,75±0,02	Laranja
950	3,9±0,1	0,4±0,0	4,0±0,0	41±2 (4,1±0,2)	19,1±0,3	33,8±0,4	1,77±0,01	Laranja

NOTA: Os resultados apresentam cálculo de incerteza para intervalos com 95% de confiança para média de 4 (quatro) determinações.

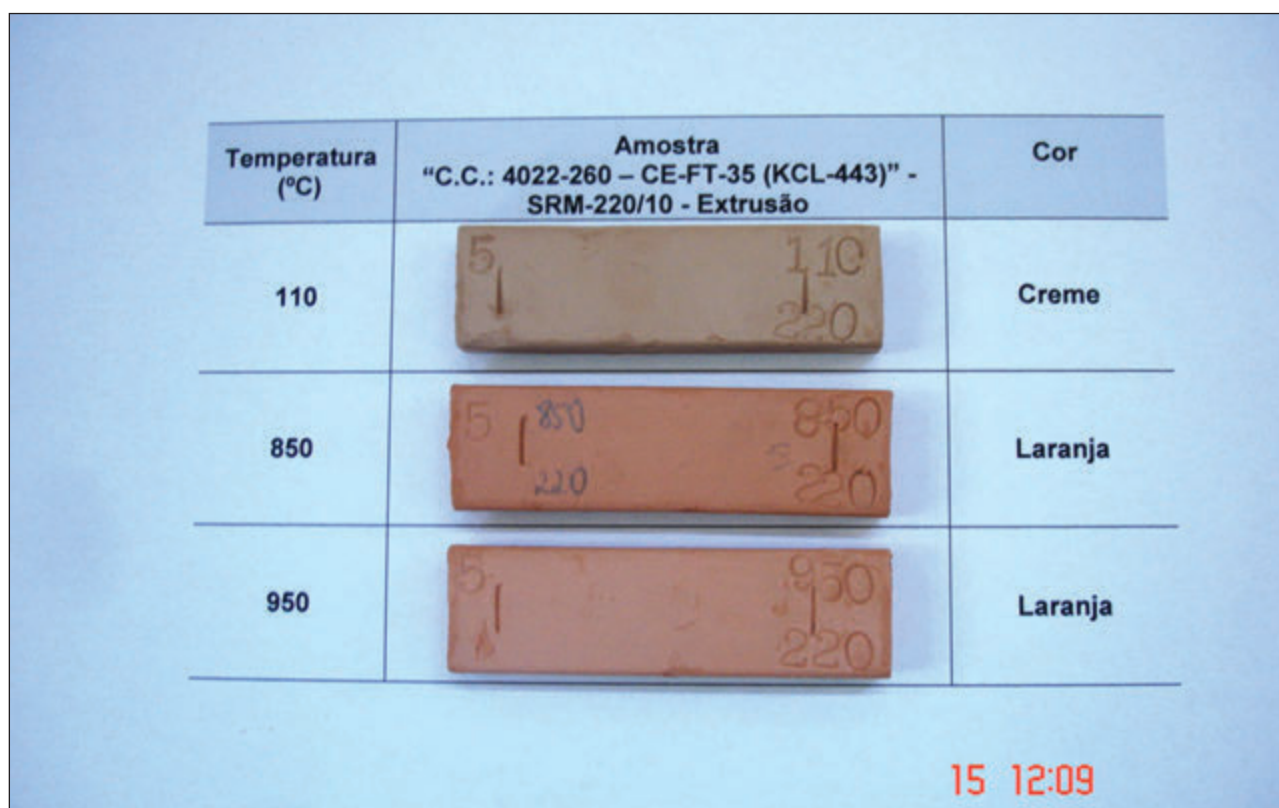


Figura 4.18 – Aspecto e cor dos corpos de prova após secagem e queima.

Tabela 4.16 – Identificação, localização de amostras de argila da microrregião do ramal 21 de Abril.

Amostra	Longitude	Latitude	Nível relativo (m)	Prof. Final (m)
FT - 35	419440	9040540	89	5,2
FT - 36	417408	9041833	82	5,1
FT - 49	411231	9042329	73	4,12
FT - 50	409867	9040591	72	4,2
FT - 51	415418	9037891	75	5,2
FT - 52	411364	9037326	90	5,2
FT - 53	413131	9037553	83	5,2

Tabela 4.17 - Valores obtidos do limite de plasticidade.

Identificação da Seção (SRM)	Identificação da Cliente (Amostra)	Limite de plasticidade (%)
217/10	CE-FT-35	21,8±0,9
219/10	CE-FT-49	22,8±0,4

NOTA: Os resultados apresentam cálculo de incerteza para intervalos com 95% de confiança para média de 4 (quatro) determinações.

Tabela 4.18 – Características cerâmicas dos corpos de prova secos a 110°C durante 24 horas.

Identificação da Seção (SRM)	Identificação da Cliente (Amostra)	UP/UE (%)	CLS (%)	TRF	COR
				kgf/cm ² (MPa)	
217/10	CE-FT-35	24,7±0,2 (UE)	4,6±0,0	22±5 (2,1±0,5)	Marrom-claro
219/10	CE-FT-49	23,3±0,2 (UE)	3,6±0,0	30±0 (2,9±0,0)	Marrom-claro

NOTA: Os resultados apresentam cálculo de incerteza para intervalos com 95% de confiança para média de 4 (quatro) determinações.

Tabela 4.19 – Valores obtidos em duas temperaturas para as amostra FT-35 – Extrusão.

T (°C)	PF (%)	CLQ (%)	CLT (%)	TRF kgf/cm ² (MPa)	AA (%)	PA (%)	MEA (g/cm ³)	COR
850	4,6±0,0	0,4±0,0	5,0±0,0	49±5 (4,8±0,5)	20,7±0,1	35,5±0,1	1,72±0,01	Laranja
950	5,0±0,1	0,6±0,0	5,2±0,0	64±6 (6,3±0,6)	20,1±0,1	34,9±0,2	1,74±0,00	Laranja

Tabela 4.20 – Valores obtidos em duas temperaturas para as amostra FT-49 – Extrusão.

T (°C)	PF (%)	CLQ (%)	CLT (%)	TRF kgf/cm ² (MPa)	AA (%)	PA (%)	MEA (g/cm ³)	COR
850	4,6±0,1	0,4±0,0	4,0±0,0	59±3 (5,8±0,3)	19,2±0,1	33,7±0,1	1,75±0,00	Laranja
950	4,8±0,0	0,6±0,0	4,2±0,0	88±5 (8,6±0,5)	18,3±0,2	32,6±0,3	1,79±0,01	Laranja

Nota: Legenda: T= (Temperatura de Queima); PF= (Perda ao Fogo); CLQ= (Contração Linear de Queima); CLT= (Contração Linear Total); TRF= (Tensão de Ruptura à Flexão); AA= (Absorção de Água); PA= (Porosidade Aparente); MEA= (Massa Específica Aparente); e COR= (Coloração Final).

3 - MICRORREGIÃO DO RAMAL 13 DE SETEMBRO

Localização e Domínio Geológico

A microrregião do ramal 13 de setembro está localizada aproximadamente a 8 km de Porto Velho, sendo 5,5 km de pavimento asfáltico pela via denominada ramal 13 de Setembro (estrada dos Japoneses), tendo como referência o trevo do Roque (Área 3 - Figura 4.15).

As unidades produtoras e os depósitos de argilas lavradas situam-se em raio inferior a 4 km do início da estrada dos japoneses. São utilizadas argilas do limite comum da unidade Horizonte mosqueado (do perfil de intemperismo) com o litotipo cobertura indiferenciada. Ocorrem abundantes nesta porção (ver mapa geológico em anexo), subordinadamente no relevo plano. Observações de campo com trabalhos de sondagem indicaram espessura média de 5 m da camada de argila, onde a porção superficial de solo com raízes varia de 0,30 a 0,50 m. O material argiloso superficial é o mais alterado, de tonalidade avermelhada, constatando-se mosqueamento e concentração de nódulos de óxidos de ferro (Figura 4.19). A partir da profundidade de 2 m ocorre aumento gradativo de caulinita, proporcionando tonalidade esbranquiçada, correspondente ao horizonte pálido do perfil laterítico (Figura 4.20).



Figura 4.19 – Detalhe da amostra de argila coletada para ensaio cerâmico, do depósito do ramal 13 de setembro.

Qualidade

As análises mineralógicas realizadas (Souza, 1978) por difração de raios X (DRX) em duas amostras próximos das áreas de exploração do ramal 13 de setembro, mostraram composição dominante por minerais de caulinita e illita, esmectita presente em uma amostra assim como clorita. O quartzo foi observado em todas as análises.



Figura 4.20 – Área de exploração de argilas da microrregião do ramal 13 de Setembro, zona rural de Porto Velho.

Neste projeto, os resultados obtidos com os corpos de prova produzidos por extrusão como 1º teste, conforme descrito na metodologia do item 4.2.2 – Argila para Cerâmica Vermelha e Branca, as amostras CE-FT-54 e CE-R-456 (coletadas no ramal 13 de Setembro) apresentaram características indicativas favoráveis para utilização na indústria de cerâmica vermelha, para fabricação de tijolos maciços (CE-FT-54) e tijolos maciços e tijolos furados/blocos (CE-R-456). Os corpos de prova queimados a 950°C apresentaram as melhores características cerâmicas, estando o aspecto e cor dos corpos de prova apresentado na Figura 4.21 e Figura 4.22.

Os índices de plasticidade obtidos nas amostras de material argiloso indicaram o valor de 25,6% e 25,8%, classificando como material altamente plástico (Tabela 4.21).

A Tabela 4.22 apresenta as características dos corpos de prova a seco à 110°C (secagem em estufa) enquanto as características do corpo de prova após queima estão apresentadas respectivamente na Tabela 4.23 e Tabela 4.24. Os resultados dos ensaios cerâmicos dos produtos queimados indicam a elevação da contração linear de queima e total, da tensão de ruptura a flexão e da massa específica aparente. Observou-se, ainda, a redução da absorção de água e da porosidade aparente.

Perspectivas futuras

As perspectivas futuras para cerâmicas na microrregião do ramal 13 de Setembro, zona rural de Porto Velho, são consideradas favoráveis, levando-se em consideração a disponibilidade e qualidade das matérias primas. O cenário observado nesta região é favorável a implantação de novas unidades de produção, visto que no ano de 2010 foram

Temperatura (°C)	Amostra "C.C.: 4022-260 – CE-FT-54 (KCL-444)" - SRM-221/10 - Extrusão	Cor
110		Marrom-claro
850		Laranja
950		Laranja

15 12:09

Figura 4.21 - Aspecto e cor dos corpos de prova após secagem e queima.

Temperatura (°C)	Amostra "C.C.: 4022-260 – CE-R-456 (KCL-382)" - SRM-226/10 - Extrusão	Cor
110		Marrom-claro
850		Laranja
950		Laranja

15 12:16

Figura 4.22 - Aspecto e cor dos corpos de prova após secagem e queimas da amostra CE-R-456 - Extrusão.

Tabela 4.21 – Valores obtidos do limite de plasticidade.

Identificação da Seção (SRM)	Identificação da Cliente (Amostra)	Limite de plasticidade (%)
221/10	CE-FT-54	25,6±0,9
226/10	CE-R-456	25,8±0,7

NOTA: Os resultados apresentam cálculo de incerteza para intervalos com 95% de confiança para média de 4 (quatro) determinações.

Tabela 4.22 – Características dos corpos de prova secos a 110°C durante 24 horas

Identificação da Seção (SRM)	Identificação da Cliente (Amostra)	UP/UE (%)	CLS (%)	TRF kgf/cm ² (MPa)	COR
221/10	CE-FT-54	27,0±0,2 (UE)	4,0±0,0	32±3 (3,1±0,3)	Marrom-claro
226/10	CE-R-456	28,7±0,2 (UE)	4,0±0,0	22±2 (2,1±0,2)	Marrom-claro

Nota: Legenda: UP= (Umidade de Prensagem); UE= (Umidade de Extrusão); CLS= (Contração Linear de Secagem); TRF= (Tensão de Ruptura à Flexão); e COR= (Coloração Final).

Valores obtidos de UP/UE, CLS e TRF após secagem em estufa.

Tabela 4.23 - Valores obtidos em duas temperaturas para a amostra CE-FT-54 - Extrusão.

T (°C)	PF (%)	CLQ (%)	CLT (%)	TRF kgf/cm ² (MPa)	AA (%)	PA (%)	MEA (g/cm ³)	COR
850	5,6±0,1	0,2±0,0	4,2±0,0	57±3 (5,6±0,5)	21,7±0,8	36,5±1,1	1,69±0,01	Laranja
950	6,0±0,1	0,4±0,0	4,4±0,0	44±2 (4,3±0,2)	19,2±0,4	33,9±0,5	1,77±0,01	Laranja

Nota: Legenda: T= (Temperatura de Queima); PF= (Perda ao Fogo); CLQ= (Contração Linear de Queima); CLT= (Contração Linear Total); TRF= (Tensão de Ruptura à Flexão); AA= (Absorção de Água); PA= (Porosidade Aparente); MEA= (Massa Específica Aparente); e COR= (Coloração Final).

Tabela 4.24 - Valores obtidos em duas temperaturas para a amostra CE-R-456 - Extrusão.

T (°C)	PF (%)	CLQ (%)	CLT (%)	TRF kgf/cm ² (MPa)	AA (%)	PA (%)	MEA (g/cm ³)	COR
850	5,1±0,0	0,6±0,0	4,6±0,0	39±2 (3,8±0,2)	22,4±0,7	37,3±0,9	1,67±0,01	Laranja
950	5,5±0,0	0,8±0,0	4,8±0,0	82±10 (8,0±1,0)	21,1±0,4	36,2±0,6	1,71±0,01	Laranja

Nota: Legenda: T = (Temperatura de Queima); PF = (Perda ao Fogo); CLQ = (Contração Linear de Queima); CLT = (Contração Linear Total); TRF = (Tensão de Ruptura à Flexão); AA = (Absorção de Água); PA = (Porosidade Aparente); MEA = (Massa Específica Aparente); e COR = (Coloração Final).

implantados cinco novos empreendimentos, sendo dois deles oriundos da microrregião de Porto Velho.

Apesar da extensão de áreas promissoras, o crescimento urbano desordenado poderá inviabilizar o aproveitamento destes recursos minerais. O quadro atual, ainda apresenta um incipiente crescimento urbano nesta região, com a predominância de moradias rurais, cabe no entanto, aspectos de medidas preventivas para a manutenção destes recursos à projeção da viabilidade econômica em uma demanda futura.

Em relação a produtos de maior valor agregado, a exemplo da telha, a maior dificuldade se prende ao fato da qualidade das argilas, não indicadas para este fim.

4 - MICRORREGIÃO DA BR-364

Localização e Domínio Geológico

Esta microrregião é distante entre 6 e 12 de km de Porto Velho, tomando o trevo do Roque como referencial, com o acesso praticamente realizado pela BR-364, no sentido Porto Velho-Candeias do Jamari (Área 4 - Figura 4.15). As argilas são relacionadas às coberturas indiferenciadas, nesta porção da área de pesquisa ocorrem pacotes de sedimentos arenosos intercalados que fornecem areia como insumo mineral secundário (Figura 4.23). Observações de campo e furos de trado motorizado realizados apresentaram em média 4,5 m de espessura da camada de argila. O material argiloso possui cor avermelhada próximo a superfície (Figura 4.24). Com o aumento do teor de caulinita em profundidade, o material tende a uma tonalidade variegada (vermelho e branco).

Qualidade

As análises mineralógicas realizadas (Souza, 1978) por difração de raios X (DRX) em uma amostra próxima das áreas de exploração da BR-364, em Porto Velho, demonstrou composição dominante por minerais de caulinita, illita, esmectita, clorita e quartzo.

Os resultados obtidos com os corpos de prova produzidos por extrusão como 1º teste, conforme descrito na metodologia do item 4.2.2 – Argila para Cerâmica Vermelha e Branca, a amostra CE-R-517 apresenta característica indicativa favorável para utilização na indústria de cerâmica vermelha, para fabricação de tijolos maciços e tijolos furados (blocos). Os corpos de prova queimados a 950°C apresentaram as melhores características cerâmicas, estando o aspecto e cor dos corpos de prova apresentados na Figura 4.25.

O índice de plasticidade obtido na amostra de material argiloso indicou o valor de 25,1% que o classifica como altamente plástico (Tabela 4.25).



Figura 4.23 - Área de ocorrência de argilas da microrregião da BR-364, em Porto Velho.



Figura 4.24 – Detalhe da argila em profundidade, cerca de dois metros.

Tabela 4.25 – Valores obtidos do limite de plasticidade.

Identificação da Seção (SRM)	Identificação da Cliente (Amostra)	Limite de plasticidade (%)
231/10	CE-R-517	25,1±0,8

Nota: Os resultados apresentam cálculo de incerteza para intervalos com 95% de confiança para média de 4 (quatro) determinações.

A Tabela 4.26 apresenta as características do corpo de prova a seco à 110°C (secagem em estufa), enquanto as características do corpo de prova após a queima estão apresentadas na Tabela 4.27. Os resultados dos ensaios cerâmicos dos produtos queimados indicam a elevação da contração linear de queima e total, da tensão de ruptura a flexão e da massa específica aparente. Observou-se, ainda, a redução da absorção de água e da porosidade aparente.

Tabela 4.26 – Característicos cerâmicos dos corpos de prova secos a 110°C durante 24 horas.

Identificação da Seção (SRM)	Identificação da Cliente (Amostra)	UP/UE (%)	CLS (%)	TRF kgf/cm ² (MPa)	COR
231/10	CE-R-517	32,2±0,2 (UE)	6,6±0,0	26±2 (2,5±0,2)	Marrom-claro

Nota: Legenda: UP= (Umidade de Prensagem); UE= (Umidade de Extrusão); CLS= (Contração Linear de Secagem); TRF= (Tensão de Ruptura à Flexão); e COR= (Coloração Final).

Valores obtidos de UP/UE, CLS e TRF após secagem em estufa.

Tabela 4.27- Valores obtidos em duas temperaturas para a amostra CE-R-517 - Extrusão

T (°C)	PF (%)	CLQ (%)	CLT (%)	TRF kgf/cm ² (MPa)	AA (%)	PA (%)	MEA (g/cm ³)	COR
850	5,8±0,1	0,6±0,0	7,2±0,0	61±2 (6,0±0,2)	21,5±0,1	36,7±0,1	1,71±0,01	Laranja
950	6,5±0,1	0,9±0,0	7,4±0,0	105±4 (10,3±0,4)	20,4±0,2	35,5±0,4	1,73±0,01	Laranja

Nota: Legenda: T= (Temperatura de Queima); PF= (Perda ao Fogo); CLQ= (Contração Linear de Queima); CLT= (Contração Linear Total); TRF= (Tensão de Ruptura à Flexão); AA= (Absorção de Água); PA= (Porosidade Aparente); MEA= (Massa Específica Aparente); e COR= (Coloração Final).

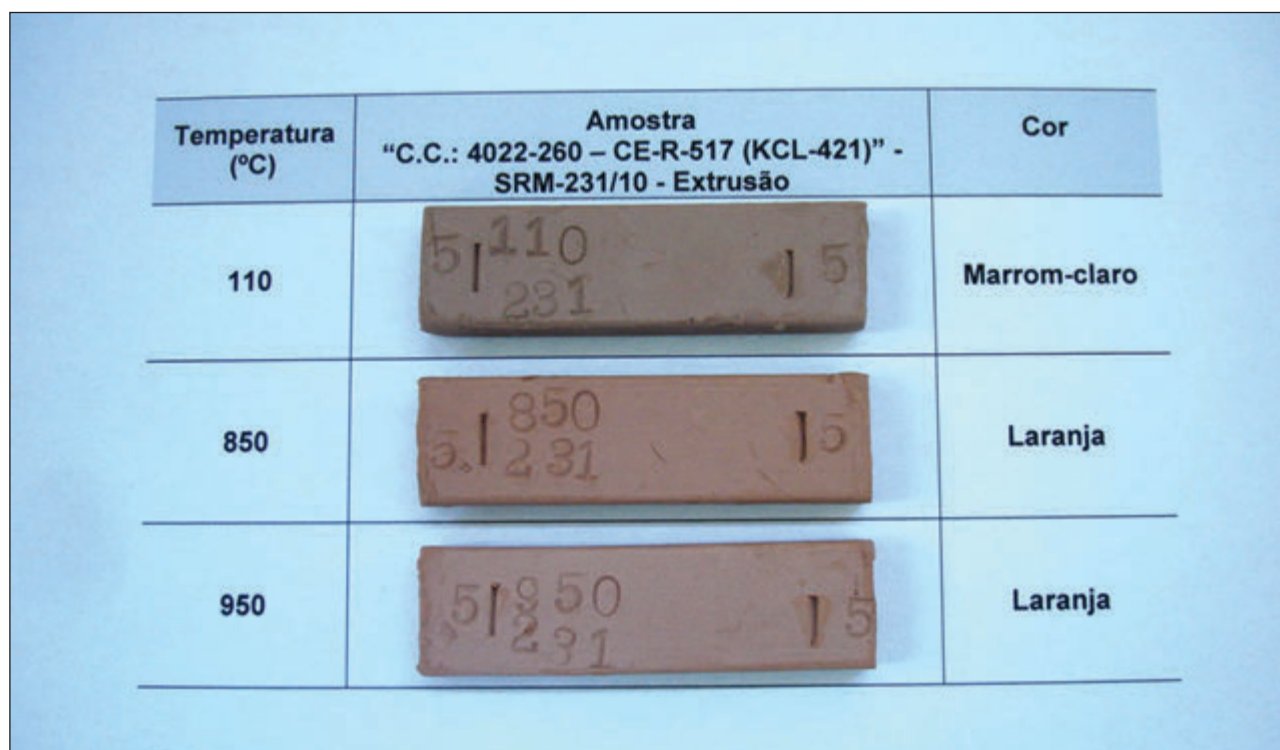


Figura 4.25 - Aspecto e cor dos corpos de prova após secagem e queimas.

Perspectivas futuras

Apesar da extensão de áreas promissoras, o crescimento urbano desordenado tem inviabilizado o aproveitamento destes recursos minerais. Diante deste novo cenário, as cerâmicas estão sendo obrigadas a cada dia buscar novas fontes de suprimento de suas olarias ou como última alternativa obrigadas a se transferirem para outras localidades, acarretando conseqüentemente o aumento no custo da produção e, por conseguinte do produto final.

Em relação a produtos de maior valor agregado, a exemplo da telha, a maior dificuldade se prende ao fato da qualidade das argilas, não indicadas para este fim.

Produção

A seguir será demonstrado um quadro, resumindo a produção nas quatro microrregiões (Tabela 4.28):

Tabela 4.28 – Resumo da produção das microrregiões.

Microrregiões	Produtos	Unidades produzidas
Área Urbana de Porto Velho	Tijolos de 6, 8 e 12 furos	400 milheiros / mês
Ramal 21 de Abril	Tijolos de 6, 8 e 12 furos	500 milheiros /mês
Ramal 13 de Setembro	Tijolos de 6, 8 e 12 furos	300 milheiros /mês
BR-364	Tijolos de 6 e 8 furos	250 milheiros /mês

O material produzido nas olarias destina-se principalmente para atender o mercado de Porto Velho e Candeias do Jamari, distribuído na proporção de 50% aproximadamente entre lojas de material de construção e consumidores particulares.

A Tabela 4.29 apresenta os valores dos tijolos de 6 e 8 furos e lajotas produzidos na microrregião da área urbana de Porto Velho no período de 2009 a 2010.

A Tabela 4.30 representa um demonstrativo dos valores praticados nos pontos de revenda, baseado na tabela de preços do SINAPI/IBGE em Porto Velho e a comparação com outras capitais do Brasil. Um fator que merece atenção é o preço da telha comum, nivelado com o valor de comércio praticado

As cerâmicas utilizam argilas e/ou misturas de argilas mosqueadas, com cor variando do vermelho mosqueado ao esbranquiçado, ocorrendo nestes depósitos a variação lateral e em profundidade. Não existe uma regra básica nesta mistura para composição do material a ser transformado em cerâmica. O material lavrado durante a época de chuvas tende a secar em até uma semana antes da conformação dos produtos cerâmicos. Durante a estiagem este material é umedecido e homogeneizado para a conformação.

Comumente são utilizadas de 1,75 a 2 toneladas para produção de 1000 unidades.

Os materiais produzidos estão relacionados a tijolos de 6 furos em dois tamanhos: normal (9x14x19 cm) e antigo (9x14x18 cm) conformados por extrusão e queimados em fornos intermitentes, lajota (laje para pré-moldado), tijolos de 8 e 12 furos e o tijolo maciço, que são produzidos em menor escala. O combustível utilizado para alimentação dos fornos é conhecido como “sarrafo”, provenientes de madeira. Outra fonte alternativa de combustível é a lenha proveniente da mata nativa, raramente utilizada devido as restrições ambientais.

Tabela 4.29 – Preço dos produtos da microrregião da área urbana de Porto Velho (2009/2010).

Produto	Preço por milheiro (R\$)
Tijolo de 6 furos	350,00 a 380,00
Tijolo de 8 furos	450,00 a 500,00
Lajota	650,00 a 700,00

em outras capitais, ressaltando-se que a telha que abastece o município de Porto Velho é oriunda do polo ceramista de Cacoal/Pimenta Bueno, cerca de 500 km de distância até Porto Velho.

Tabela 4.30 – Preços de materiais cerâmicos praticados em Porto Velho e outras capitais.

MATERIAL	Und	SP	RJ	BH	PA	CT	PVH
Tijolo cerâmico furado 10 X 20 X 20 cm	mil	505,00	455,00	373,33	450,00	435,00	392,84
Tijolo cerâmico maciço 5,5 X 11X 23 cm	mil	320,83	466,67	350,00	320,83	700,00	700,00
Tijolo cerâmico maciço 5 X 10 X 20 cm	mil	275,00	400,00	300,00	275,00	600,00	600,00
Lajota cerâmica 20 X 30CM P/ laje pré-moldada	m²	13,22	11,91	9,77	11,78	11,38	10,28
Telha cerâmica colonial Comp = 46,0 A 50,0 cm	mil	940,00	1275,00	645,00	900,00	950,00	917,61

Fonte: IBGE / INCC (Outubro / 2010)

Nota: SP= São Paulo, RJ= Rio de Janeiro, BH= Belo Horizonte, PA= Porto Alegre, CT= Curitiba, PVH= Porto Velho.

Reservas estimadas

A nível ilustrativo, o quadro a seguir (Tabela 4.31) faz uma projeção das reservas estimadas nas quatro microrregiões pesquisadas no município de Porto Velho, a partir da área requerida, espessura da camada útil, obtendo-se consequentemente o volume do material argiloso. Foi considerada como reserva lavrável 50% deste volume.

Vale ressaltar, que de acordo com as informações obtidas junto aos produtores destas microrregiões, a maior dificuldade se prende ao fato da qualidade das argilas, não serem indicadas para a produção

de telhas, muito embora resultados obtidos com os corpos de prova produzidos por extrusão de uma amostra, apresente características indicativas favoráveis para utilização na indústria de cerâmica vermelha para fabricação deste produto. Estudos mais específicos deverão ser realizados para avaliação das características das argilas indicativas favoráveis para a fabricação de telhas.

Áreas Potenciais para Novos Projetos

Visando a individualização de novas áreas potenciais para ampliação de reservas e ocorrência de

Tabela 4.31 – Reservas estimadas das microrregiões produtoras do município de Porto Velho.

Microrregiões	Área requerida (m ²)	Espessura da camada útil (m)	Densidade (t/m ³)	Reserva estimada total (t)	Reserva lavrável estimada (50%)
Área Urbana de Porto Velho (ruas dos oleiros)	350.000	4,5	1,8	2,8 milhões	1,4 milhões
Área Urbana de Porto Velho (Av. Guaporé)	371.000	4,5	1,8	3,0 milhões	1,5 milhões
Ramal 21 de Abril	350.000	4,5	1,8	2,8 milhões	1,4 milhões
Rama 13 de Setembro	6.000.000	4	1,8	43 milhões	21,5 milhões
BR-364 (rua Canindé)	312.000	4,0	1,8	2,2 milhões	1,1 milhões
BR-364 (rua das Araras)	152.100	4,0	1,8	1,09 milhões	0,54 milhões
Total	7.535.100	-	-	54,89 milhões	27,44 milhões

materiais alternativos foram avaliadas áreas fora da região produtora de Porto Velho. Essas ocorrências detectadas abrem perspectivas para a viabilização de novos depósitos objetivando possibilitar a utilização desta matéria-prima em plano futuro.

Cerâmica Branca

É um grupo bastante diversificado, o qual compreende os produtos obtidos a partir de uma massa de coloração branca através de argilas quase isentas de óxidos de ferro. De maneira geral apresenta cor branca, rósea ou creme claro quando queimada a temperaturas de 950 °C a 1250 °C. São utilizadas, como por exemplo, para louça de mesa, louça sanitária e isoladores elétricos.

Localização e Domínios Geológicos

Foram registradas amostras de argila em três tipos de unidades litológicas: sedimentos da Formação Rio Madeira; sedimentos da Cobertura Indiferenciada e sedimentos Aluvionares.

Formação Rio Madeira

O depósito de argila caulinitica da Formação Rio Madeira é localizado na margem esquerda do rio Madeira, aproximadamente no km 4 da BR-319 (sentido Porto Velho-Manaus). Este depósito é do

tipo intempérico-residual sedimentar, inseridos no contexto de deposição dos sedimentos aluvionares da Formação Rio Madeira. Em cortes de estrada o material é caracterizado de cor predominantemente mosqueada em superfície, em profundidade assume a variação de cor esbranquiçada a cinza claro (Figura 4.26). São observadas variações texturais, de silto-arenosa a argilosa. No projeto Argilas de Porto Velho (Souza, 1978) foram executados 34 furos com profundidade média de 6,5 m, o cálculo de reserva indicou 390.000 m³ que totalizaram 975.000 t. Este projeto indicou o material argiloso desta área para uso como cerâmica branca e vermelha. As análises mineralógicas por DRX em uma amostra revelou



Figura 4.26 – Escavação em um depósito de argilas da Formação Rio Madeira, fácies 3.

composição dominante por minerais de caulinita, illita, clorita, esmectita e quartzo.

Cobertura Indiferenciada

A região da estrada dos Periquitos, em Porto Velho, é reconhecida por depósitos de extração de areia e argila. A camada argilosa é avermelhada no topo e esbranquiçada na parte inferior (Figura 4.27), esta camada tem aproximadamente 4,5 m de espessura. Abaixo da argila ocorrem as concentrações de material arenoso, constituído por areia quartzosa, média a grossa, intercalada com argila, contendo grãos de feldspato e máficos de ilmenita. O material argiloso é comercializado para empresas produtoras das microrregiões de Porto Velho e BR-364. Este material é utilizado na fabricação de cerâmica vermelha. Uma amostra referente a este depósito foi submetida ao ensaio preliminar para cerâmica branca.



Figura 4.27 – Área de exploração de argila na estrada dos Periquitos.

Sedimentos Aluvionares

Depósitos de argila de coloração branca foram observados em drenagem secundária do rio das Garças, próximo da microrregião do ramal 13 de Setembro. Essa cobertura é constituída por sedimentos do aporte fluvial de baixa energia de planícies de inundação. Localmente ocorre material areno-argiloso de cor clara com aproximadamente 1 m de espessura, a partir desta profundidade ocorre a argila de cor branca até 4,5m (Figura 4.28).

Caracterização Tecnológica

Na Tabela 4.32, são identificadas e localizadas as amostras e seus respectivos depósitos de argila



Figura 4.28 – (A) Cobertura areno-argilosa sobre camada de argila branca (B) de sedimento aluvionar.

que foram submetidos ao ensaio preliminar para cerâmica branca. Os corpos de prova preparados para o ensaio preliminar cerâmico consistem de um prisma reto com dimensões aproximadas de 60 mm x 20 mm x 5 mm, moldados por prensagem com pressão de 200kgf/cm² (19,6 MPa), em prensa hidráulica, secos ao ar durante 24 horas e, posteriormente, em estufa a 110°C durante 24 horas e queimados em forno elétrico com atmosfera natural nas temperaturas de 1100°C e 1200°C, com taxa de aquecimento de 5°C/minuto e patamar de 3 horas.

Os resultados obtidos com os corpos de prova produzidos por prensagem das amostras CE-R-350, CE-R-451 e CE-R-509-A, apresentaram características indicativas favoráveis para composição de massas para fabricação de cerâmica branca (materiais queimados nas temperaturas de 1100°C e 1200°C). Estudos mais específicos poderão ser realizados para avaliação das características indicativas favoráveis para composição de massas para fabricação de refratários sílico-aluminosos (materiais queimados na temperatura de 1450°C), estando o aspecto e cor dos corpos de prova apresentados nas Figura 4.29, Figura 4.30 e Figura 4.31 respectivamente. O índice de plasticidade obtido nas amostras do material argiloso indicou o valor de 24,8% para amostra proveniente da Formação Rio Madeira e 25,7% para amostra da cobertura indiferenciada (Tabela 4.33).

A Tabela 4.34 apresenta as características do corpo de prova a seco à 110°C (secagem em estufa) enquanto as características do corpo de prova após queima estão apresentadas na Tabela 4.35. Os resultados dos ensaios cerâmicos dos produtos queimados indicam a elevação da contração linear de queima e total, da tensão de ruptura a flexão e da massa específica aparente. Observou-se, ainda, a redução da absorção de água e da porosidade aparente.

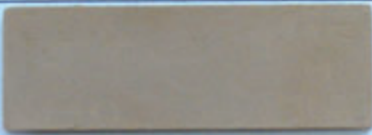


Temperatura (°C)	Amostra "C.C.: 4022-260 – CE-FT-350 (KCL-445)" - SRM-222/10 - Prensagem	Cor
110		Rosa-claro
1100		Rosa
1200		Creme-escuro

Figura 4.29 - Aspecto e cor dos corpos de prova após secagem e queimas da amostra CE-FT-350 – Prensagem.

Temperatura (°C)	Amostra "C.C.: 4022-260 – CE-R-451 (KCL-377)" - SRM-225/10 - Prensagem	Cor
110		Bege
1100		Branco
1200		Bege-claro

Figura 4.30 - Aspecto e cor dos corpos de prova após secagem e queimas da amostra CE-R-451- Prensagem.

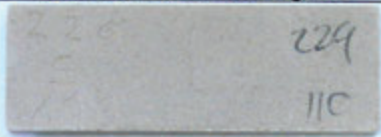

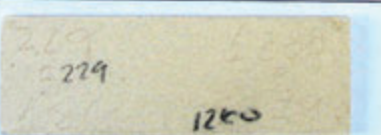
Temperatura (°C)	Amostra "C.C.: 4022-260 – CE-R-509 A (KCL-414)" - SRM-229/10 - Prensagem	Cor
110		Cinza-claro
1100		Branco
1200		Creme

Figura 4.31 - Aspecto e cor dos corpos de prova após secagem e queimas da amostra CE-R-509 A - Prensagem.

Tabela 4.32 – Identificação, localização de amostras de argila para cerâmica branca.

Amostra	Longitude	Latitude	Nível relativo (m)	Litotipo
CE-R-350	395341	9033507	92	Formação rio Madeira
CE-R-451	404842	9019205	84	Sedimentos aluvionares
CE-R-509A	411915	9031268	89	Cobertura indiferenciada

Tabela 4.33 – Valores obtidos do limite de plasticidade.

Identificação da Seção (SRM)	Identificação da Cliente (Amostra)	Limite de plasticidade (%)
222/10	CE-FT-350	24,8±0,8
225/10	CE-R-451	NP (Não Plástico)
229/10	CE-R-509 A	25,7±1,7

NOTA: Os resultados apresentam cálculo de incerteza para intervalos com 95% de confiança para média de 4 (quatro) determinações.

Tabela 4.34 - Características cerâmicas dos corpos de prova secos a 110°C durante 24 horas

Identificação da Seção (SRM)	Identificação da Amostra	UP/UE (%)	CLS (%)	TRF kgf/cm ² (MPa)	COR
222/10	CE-FT-350	9,8±0,1 (UP)	0,0±0,0	23±4 (2,3±0,4)	Rosa-claro
225/10	CE-R-451	9,9±0,1 (UP)	0,0±0,0	45±12 (4,4±1,2)	Bege
229/10	CE-R-509 A	9,9±0,2 (UP)	0,2±0,0	22±4 (2,2±0,4)	Cinza-claro

Nota: Legenda: UP = (Umidade de Prensagem); UE = (Umidade de Extrusão); CLS = (Contração Linear de Secagem); TRF = (Tensão de Ruptura à Flexão); e COR = (Coloração Final).

Valores obtidos de UP/UE, CLS e TRF após secagem em estufa.

Tabela 4.35 - Valores obtidos em duas temperaturas para as amostras relacionadas - Prensagem.

Amostra	T (°C)	PF (%)	CLQ (%)	CLT (%)	TRF kgf/cm ² (MPa)	AA (%)	PA (%)	MEA (g/cm ³)	COR
CE-FT-350	1100	5,3±0,0	3,1±0,0	3,1±0,0	229±20 (22,4±1,9)	11,2±1,3	23,1±2,0	2,05±0,06	Rosa
CE-FT-350	1200	5,9±0,2	8,4±0,0	8,4±0,0	432±11 (42,4±1,0)	3,6±0,3	8,3±0,7	2,33±0,03	Creme-escuro
CE-R-451	1100	11,6±0,1	4,9±0,0	4,9±0,0	118±22 (11,6±2,1)	20,5±1,1	36,1±1,7	1,76±0,04	Branco
CE-R-451	1200	11,8±0,1	11,5±0,0	11,5±0,0	233±3 (22,9±0,3)	17,3±0,3	35,0±0,5	2,02±0,03	Bege-claro
CE-R-509	1100	7,3±0,1	4,4±0,0	4,6±0,0	234±29 (23,0±2,8)	12,5±0,5	25,5±0,8	2,04±0,07	Branco
CE-R-509	1200	7,6±0,0	7,4±0,0	7,5±0,0	405±23 (39,7±2,2)	6,7±0,2	15,0±0,4	2,25±0,04	Creme

Nota: Legenda: T = (Temperatura de Queima); PF = (Perda ao Fogo); CLQ = (Contração Linear de Queima); CLT = (Contração Linear Total); TRF = (Tensão de Ruptura à Flexão); AA = (Absorção de Água); PA = (Porosidade Aparente); MEA = (Massa Específica Aparente); e COR = (Coloração Final).

Tabela 4.36 – Reservas estimadas do depósito da margem esquerda do rio Madeira.

Domínio Geológico	Área considerada (m ²)	Espessura da camada útil (m)	Densidade (t/m ³)	Reserva estimada total (t)	Reserva lavrável estimada (50%)
Formação Rio Madeira (Margem esquerda do rio madeira)	160.000	5	2	1,6 milhões	0,8 milhões

Reservas Estimadas

A nível ilustrativo, a Tabela 4.36 apresenta uma projeção das reservas estimadas de uma área de 16 hectares, na margem esquerda do rio Madeira, nas proximidade do km 4 da BR-319 (sentido Porto Velho-Manaus), levando-se em consideração uma espessura média da camada útil de 5 m, obtendo-se, conseqüentemente, o volume do material argiloso. Foi considerada como reserva lavrável 50% deste volume.

Perspectivas futuras

Os alvos pesquisados na Formação Rio Madeira associam-se a uma grande área de deposição, cujo depósito amostrado de dimensões reduzidas, abre perspectiva para ocorrências de depósitos de maior porte. Outro fator positivo é a expectativa de conclusão da obra da ponte sobre o rio Madeira que facilitará o acesso rodoviário aos novos depósitos.

Cerâmica Vermelha

Localização e Domínios Geológicos

Foram registradas amostras de argila em três tipos de unidades litológicas: sedimentos da Formação Rio Madeira; sedimentos da Cobertura Indiferenciada; sedimentos Aluvionares e Horizonte mosqueado ferruginoso.

Na Tabela 4.37 são identificadas e localizadas as amostras e seus respectivos depósitos de argila que foram submetidos ao ensaio preliminar para cerâmica vermelha.

Caracterização Tecnológica

O índice de plasticidade obtido nas amostras de argilas estão indicados na tabela a seguir, demonstrando o valor máximo de 31,9% e o mínimo de 18,3% para amostras provenientes da Formação rio Madeira. As amostras CE-FT-02, CE-R-447 e CE-R-507-A, não apresentaram plasticidades para conformação dos corpos de prova por extrusão (Tabela 4.38). Mediante esta situação, os corpos de prova foram moldados por prensagem como 2º teste (item descrito anteriormente na metodologia do item 4.2.2 – Argila para Cerâmica Vermelha e Branca).

A Tabela 4.39 apresenta as características do corpo de prova a seco à 110°C (secagem em estufa) enquanto as características do corpo de prova após queima estão apresentadas nas Tabela 4.40 e Tabela 4.41 (amostras do 2º teste que não apresentaram plasticidade). Os resultados dos ensaios cerâmicos dos produtos queimados indicam a elevação da contração linear de queima e total, da tensão de ruptura a flexão e da massa específica aparente. Observou-se, ainda, a redução da absorção de água e da porosidade aparente.

Os resultados obtidos com os corpos de prova produzidos por extrusão como 1º teste, conforme

Tabela 4.37 - Identificação, localização de amostras de argila para cerâmica vermelha.

Amostra	Longitude	Latitude	Nível relativo (m)	Litotipo
FT-02	430719	9022432	83	Cobertura Indiferenciada
FT-18	424375	9033326	88	Cobertura Indiferenciada
FT-23	443582	9049569	85	Formação Rio Madeira
FT-30	429821	9039241	85	Sedimentos Aluvionares
FT-31	431894	9042865	78	Cobertura Indiferenciada
FT-38	429019	9046294	76	Formação Rio Madeira
CE-R-288	408759	9056905	84	Formação Rio Madeira
CE-R-447	406845	9023302	90	Mosqueado Ferruginoso
CE-R-485	416080	9013025	89	Cobertura Indiferenciada
CE-R-507	414990	9032530	82	Cobertura Indiferenciada
CE-R-510	418057	9027277	88	Cobertura Indiferenciada
CE-R-517	406997	9027908	91	Cobertura Indiferenciada

Tabela 4.38 – Valores obtidos do limite de plasticidade.

Identificação da Seção (SRM)	Identificação da Cliente (Amostra)	Limite de plasticidade (%)
212/10	CE-FT-02	NP (Não Plástico)
213/10	"C.C.: 4022-260 - CE-FT-18	29,0±0,8
214/10	"C.C.: 4022-260 - CE-FT-23	NP (Não Plástico)
215/10	"C.C.: 4022-260 - CE-FT-30	28,1±0,3
216/10	"C.C.: 4022-260 - CE-FT-31	31,9±0,1
218/10	"C.C.: 4022-260 - CE-FT-38	27,9±0,2
223/10	"C.C.: 4022-260 - CE-R-288	18,3±0,2
224/10	"C.C.: 4022-260 - CE-R-447	NP (Não Plástico)
227/10	"C.C.: 4022-260 - CE-R-485	25,5±0,5
228/10	"C.C.: 4022-260 - CE-R-507 A	NP (Não Plástico)
230/10	"C.C.: 4022-260 - CE-R-510	29,5±0,6
231/10	"C.C.: 4022-260 - CE-R-517	25,1±0,8

NOTA: Os resultados apresentam cálculo de incerteza para intervalos com 95% de confiança para média de 4 (quatro) determinações.

Tabela 4.39 - Características cerâmicas dos corpos de prova secos a 110°C durante 24 horas, valores obtidos de UP/UE, CLS e TRF após secagem em estufa.

Identificação da Seção (SRM)	Identificação da Cliente (Amostra)	UP/UE (%)	CLS (%)	TRF kgf/cm ² (MPa)	COR
212/10	CE-FT-02	9,9±0,1 (UP)	0,0±0,0	14±1 (1,4±0,1)	Rosa-claro
213/10	CE-FT-18	31,2±0,3 (UE)	5,2±0,0	28±3 (2,7±0,3)	Marrom-claro
214/10	CE-FT-23	33,0±0,3 (UE)	3,6±0,0	22±2 (2,1±0,2)	Marrom-claro
215/10	CE-FT-30	31,3±0,1 (UE)	5,4±0,0	17±2 (1,6±0,2)	Marrom-claro
216/10	CE-FT-31	36,4±0,1 (UE)	6,4±0,0	29±6 (2,9±0,5)	Creme
218/10	CE-FT-38	32,7±0,1 (UE)	6,6±0,0	38±2 (3,7±0,2)	Marrom-claro
223/10	CE-R-288	22,7±0,2 (UE)	3,6±0,0	21±1 (2,1±0,1)	Marrom
224/10	CE-R-447	10,0±0,1 (UP)	1,0±0,0	23±2 (2,3±0,2)	Laranja-claro
226/10	CE-R-456	28,7±0,2 (UE)	4,0±0,0	22±2 (2,1±0,2)	Marrom-claro
227/10	CE-R-485	35,1±0,3 (UE)	4,6±0,0	20±2 (2,0±0,2)	Marrom-calro
228/10	CE-R-507 A	9,9±0,1 (UP)	0,0±0,0	17±3 (1,7±0,3)	Marrom-calro
230/10	CE-R-510	32,7±0,2 (UE)	5,0±0,0	26±2 (2,6±0,2)	Marrom
231/10	CE-R-517	32,2±0,2 (UE)	6,6±0,0	26±2 (2,5±0,2)	Marrom-claro

Legenda: UP= (Umidade de Prensagem); UE= (Umidade de Extrusão); CLS= (Contração Linear de Secagem); TRF= (Tensão de Ruptura à Flexão); e COR= (Coloração Final).

Tabela 4.40 – Valores obtidos em duas temperaturas – Extrusão

Amostra	T (°C)	PF (%)	CLQ (%)	CLT (%)	TRF kgf/cm ² (MPa)	AA (%)	PA (%)	MEA (g/cm ³)	COR
CE-FT-18	850	7,5±0,1	0,4±0,0	5,6±0,0	61±6 (6,0±0,6)	23,5±0,2	39,2±0,3	1,67±0,00	Laranja
CE-FT-18	950	7,7±0,0	1,3±0,0	6,4±0,0	109±9 (10,6±0,9)	22,2±0,2	38,1±0,3	1,72±0,01	Laranja
CE-FT-23	850	10,8±0,0	0,8±0,0	4,4±0,0	15±2 (1,5±0,2)	28,7±0,3	44,2±0,7	1,54±0,02	Laranja
CE-FT-23	950	10,9±0,0	2,5±0,0	6,0±0,0	24±1 (2,4±0,1)	26,1±0,2	42,4±0,2	1,62±0,00	Laranja
CE-FT-30	850	6,6±0,0	0,6±0,0	6,0±0,0	40±1 (3,9±0,1)	23,7±0,2	39,5±0,3	1,66±0,00	Laranja
CE-FT-30	950	6,7±0,0	0,6±0,0	6,0±0,0	57±2 (5,6±0,2)	22,8±0,1	38,7±0,1	1,69±0,00	Laranja
CE-FT-31	850	10,0±0,1	0,4±0,0	6,8±0,0	69±6 (6,7±0,6)	26,1±0,3	41,3±0,4	1,58±0,01	Laranja
CE-FT-31	950	10,2±0,1	1,5±0,0	7,8±0,0	123±10 (12,1±1,0)	23,9±0,1	39,7±0,2	1,66±0,00	Laranja
CE-FT-38	850	6,7±0,1	0,4±0,0	7,0±0,0	95±8 (9,3±0,8)	21,6±0,3	36,3±0,1	1,68±0,02	Laranja
CE-FT-38	950	7,0±0,1	0,9±0,0	7,4±0,0	222±13 (21,7±1,2)	19,3±0,1	33,8±0,1	1,75±0,01	Laranja
CE-R-288	850	4,0±0,1	0,4±0,0	4,0±0,0	41±2 (4,0±0,2)	19,6±0,0	34,7±0,0	1,77±0,00	Laranja
CE-R-288	950	4,3±0,0	0,8±0,0	4,4±0,0	56±2 (5,5±0,2)	18,9±0,1	33,8±0,2	1,79±0,00	Laranja
CE-R-485	850	10,1±0,1	1,0±0,0	5,6±0,0	18±1 (1,8±0,1)	27,6±0,2	43,2±0,6	1,56±0,01	Laranja
CE-R-485	950	10,6±0,2	2,1±0,0	6,6±0,0	29±5 (2,9±0,5)	25,9±0,1	42,3±0,1	1,64±0,00	Laranja
CE-R-510	850	6,9±0,1	0,4±0,0	5,4±0,0	49±2 (4,8±0,2)	23,8±0,2	39,5±0,3	1,66±0,00	Laranja
CE-R-510	950	7,6±0,01	0,8±0,0	5,8±0,0	94±9 (9,3±0,9)	23,4±0,2	39,3±0,7	1,68±0,02	Laranja
CE-R-517	850	5,8±0,1	0,6±0,0	7,2±0,0	61±2 (6,0±0,2)	21,5±0,1	36,7±0,1	1,71±0,01	Laranja
CE-R-517	950	6,5±0,1	0,9±0,0	7,4±0,0	105±4 (10,3±0,4)	20,4±0,2	35,5±0,4	1,73±0,01	Laranja

Nota: T= (Temperatura de Queima); PF= (Perda ao Fogo); CLQ= (Contração Linear de Queima); CLT= (Contração Linear Total); TRF= (Tensão de Ruptura à Flexão); AA= (Absorção de Água); PA= (Porosidade Aparente); MEA= (Massa Específica Aparente); e COR= (Coloração Final).

Tabela 4.41 - Valores obtidos em duas temperaturas – Prensagem

Amostra	T (°C)	PF (%)	CLQ (%)	CLT (%)	TRF kgf/cm ² (MPa)	AA (%)	PA (%)	MEA (g/cm ³)	COR
CE-FT-02	850	8,0±0,0	0,3±0,0	0,3±0,0	18±2 (1,7±0,2)	22,9±0,8	38,1±1,0	1,66±0,02	Rosa
CE-FT-02	950	8,1±0,0	0,7±0,0	0,7±0,0	23±1 (2,3±0,1)	21,6±1,4	37,3±1,5	1,73±0,05	Rosa
CE-R-447	850	11,4±0,0	0,3±0,0	1,3±0,0	12±2 (1,2±0,2)	25,6±0,3	41,5±0,6	1,62±0,01	Laranja
CE-R-447	950	11,5±0,1	1,5±0,0	2,5±0,0	19±2 (1,9±0,2)	23,6±0,3	39,6±1,3	1,68±0,05	Laranja
CE-R-507 A	850	6,4±0,1	0,2±0,0	0,2±0,0	16±0 (1,5±0,0)	17,5±0,2	32,7±0,4	1,87±0,02	Laranja
CE-R-507 A	950	6,7±0,1	0,2±0,0	0,2±0,0	19±2 (1,8±0,2)	16,9±0,2	31,8±0,5	1,88±0,01	Laranja

Nota: T= (Temperatura de Queima); PF= (Perda ao Fogo); CLQ= (Contração Linear de Queima); CLT= (Contração Linear Total); TRF= (Tensão de Ruptura à Flexão); AA= (Absorção de Água); PA= (Porosidade Aparente); MEA= (Massa Específica Aparente); e COR= (Coloração Final).

descrito na metodologia do item 4.2.2 – Argila para Cerâmica Vermelha e Branca das amostras CE-FT-23, CE-R-485 apresentaram características indicativas favoráveis para utilização na indústria de cerâmica vermelha, para fabricação de tijolos maciços para alvenaria. Os corpos de prova queimados a 950°C apresentaram as melhores características cerâmicas.

Os resultados obtidos com os corpos de prova produzidos por extrusão das amostras CE-FT-18, CE-FT-30, CE-FT-31, CE-R-288, CE-R-510 e CE-R-517, apresentaram características indicativas favoráveis para utilização na indústria de cerâmica vermelha, para fabricação de tijolos maciços e tijolos furados (blocos).

Os resultados obtidos com os corpos de prova produzidos por extrusão da amostra CE-FT-38 apre-

senta características indicativas favoráveis para utilização na indústria de cerâmica vermelha, para fabricação de tijolos maciços, tijolos furados (blocos) e telhas. Os corpos de prova queimados a 950°C apresentaram as melhores características cerâmicas.

As amostras CE-FT-02 CE-R-447 e CE-R-507-A não apresentaram plasticidades para conformação dos corpos de prova por extrusão. Neste caso, as mesmas, foram, moldados por prensagem como 2º teste, com pressão de 200kgf/cm² (19,6 MPa), em prensa hidráulica. Os resultados obtidos com os corpos de prova produzidos por prensagem da amostra CE-FT-02 apresenta características indicativas favoráveis para utilização na indústria de cerâmica vermelha, para fabricação de tijolos maciços. Porém as

amostras CE-R-447 e CE-R-507-A, não apresentaram plasticidades e não são consideradas adequadas para utilização na indústria de cerâmica vermelha (materiais queimados na temperatura de 950°C).

Perspectivas futuras

As estimativas de reservas de argila para cerâmica vermelha mostram ampla disponibilidade de material, podendo ser implementados vários novos empreendimentos na região de Porto Velho. Pesquisas mais detalhadas deverão ser intensificadas em nível de detalhamento, no locais em que as amostras foram positivas para utilização na produção de telhas, que é um gargalo na região da Folha Porto Velho.

4.2.3 - Granito para brita

Conceito

A brita é um dos principais insumos utilizados na construção civil, chegando a representar mais de 60%, em média, do volume construído. É obtida através da cominuição de rochas do tipo granitos, gnaisses, basaltos, diabásios, migmatitos, calcários e dolomitos.

Segundo a norma técnica NBR-7225 é considerado como agregado graúdo o material de dimensão nominal entre 4,8 e 100,00 mm, entretanto para fins comerciais, as dimensões determinadas são diferentes (Tabela 4.42), incluindo a classe de brita 0 (4,8-9,5 mm).

Tabela 4.42 – Classificação agregado graúdo de acordo com as dimensões nominais

PEDRA BRITADA NUMERADA				
ABERTURA DE PENEIRAS DE MALHAS QUADRADAS (mm)				
NBR-7211 / NBR-7225		NÚMERO	COMERCIAL	
MÍNIMA	MÁXIMA		MÍNIMA	MÁXIMA
-	-	BRITA 0	4,8	9,5
4,8	12,5	BRITA 1	9,5	19
12,5	25	BRITA 2	19	38
25	50	BRITA 3	38	50
50	76	BRITA 4	50	76
76	100	BRITA 5	-	-

Fonte: NBR-7225 / 1993 / Adaptado: Dados coletados

A produção da brita em Porto Velho é realizada por 6 empresas (ano base 2009). Ainda é um mercado de pouca expressão, tendo vista o pequeno número de empresas que exploram este tipo de material, em grande parte, consumido em Porto Velho. Entretanto, uma pequena parte da produção de Porto Velho abastece os estados do Acre e Amazonas. Em Rio Branco-AC, por exemplo, distante 400 km de Porto Velho, o valor comercializado é 23% maior.

A maioria das empresas produzem britas 0, 1 e 2 que são utilizadas na fabricação de concreto, e este agrega grande valor para o cimento. Dados coletados por ocasião do cadastramento indicaram que grande parte é comercializada para construtoras/empreiteiras (90%), e pouco mais de 5% para lojas de materiais de construção. O pó de brita é comercializado na indústria do cimento e em pavimentadoras para fabricação do asfalto.

A usina hidrelétrica de Santo Antônio utiliza brita de duas áreas de extração, localizadas dentro do complexo da usina, onde a lavra ocorre a céu aberto e a britagem é nas proximidades dos locais de exploração.

Aplicações

As inúmeras aplicações são determinadas pelas dimensões e propriedades da brita produzida. O matacão é utilizado em concreto para fundação e tubulação de obras de drenagem; a brita 3 utilizada em obras de drenagem, concreto para fundação e lastro de ferrovias; a brita 2 é utilizada para concreto, piso e obras de drenagem; a brita 1 é utilizada em concreto estrutural e não-estrutural e peças pré-moldadas; a brita 0 é empregada em concreto bombeado, concreto para peças pré-moldadas e massa asfáltica; o pedrisco é utilizado em concreto pré-moldado, bloco de concreto, concreto bombeado, massa asfáltica, areia de brita em concreto estrutural e não estrutural, pré-moldados (blocos de cimento, bloquetes para piso) e argamassas; o pó de pedra é utilizado em massa asfáltica, material para sub-base, calçamento de piso pré-moldado e estabilizador de solo (adaptado de Gonçalves, 2008 / 2011 e norma NBR 6502:1980).

Especificações

A brita que abastece as cidades de Porto Velho e Candeias do Jamari é obtida a partir de granitóides, de grande resistência à compressão, ao impacto e abrasão. Neste caso, as características do material britado deve ser relacionado a natureza da rocha, mineralogia, textura, estrutura e presença de impurezas. É desejável boa resistência mecânica adequada ao uso, unindo durabilidade do material.

Os exames tecnológicos utilizados para brita são: análise petrográfica de agregado graúdo com ênfase à reação álcali-agregado-NBR 15577; determinação da massa específica aparente, porosidade aparente e absorção de água (agregado graúdo) - NBR 7418; determinação da resistência à abrasão "Los Angeles" (agregado graúdo) - NBR NM 51; determinação da forma dos fragmentos (agregado graúdo) - segundo as normas NBR 6954; análise granulométrica de agregado miúdo - segundo a norma

NBR NM 248 e a apreciação (“análise”) petrográfica de agregado miúdo - NBR 7389. Ainda tem a norma NBR-7211:2009 – Agregados para concreto – Especificação, que trata da especificação de agregados para concreto. Para a realização destes ensaios são necessários cerca de 50 kg de agregado graúdo e 1 kg de agregado miúdo (fração abaixo de 4,8 mm).

Metodologia

Para atender os objetivos do projeto foram desenvolvidas as seguintes atividades:

Elaboração de diagnóstico das regiões produtoras, através de aplicação de questionários e visita as pedreiras e as unidades de britagem, com preenchimento do formulário do Projeto Materiais de Construção Civil da Folha Porto Velho

Realização de mapeamento geológico na escala 1:100.000, com utilização de imagens de fotossensores (fotografias aéreas, imagens de satélites e dados de topografia);

Integração dos dados de ensaios tecnológicos das pedreiras em produção atual, que permitiram identificar a utilização da brita na indústria da construção civil.

Principais depósitos

A brita que abastece a região de Porto Velho e Candeias do Jamari é oriunda de minas localizadas na região de Porto Velho. A localidade de Santo Antônio, próximo às instalações da usina hidrelétrica no rio Madeira, concentra o maior número de empresas que exploram esta bem mineral. Outras minas estão instaladas no ramal da Viçosa com estrada dos Japoneses e na BR-364, na porção leste da Folha Porto Velho.

Região da cachoeira de Santo Antônio do Rio Madeira

Localização e Domínio Geológico

É a localidade onde se concentra o maior número de empresas (quatro) que exploram granito para brita. Essas minas estão dispostas em uma área de aproximadamente 2,6 por 2,6 km (Área 1 - Figura 4.32 e mapa de potencialidades minerais 1:100.000, em anexo). A distância de Porto Velho até a região de concentração destas minas é de aproximadamente 17 km, sendo 12 km, de via asfaltada, pela BR-364 no sentido Porto Velho-Guajará Mirim até a entrada do ramal do Dema. Esta estrada carroçável permite o acesso as entradas das diversas minas desta área, onde o ponto de exploração mais distante fica a 5 km. Esta região é a pioneira de exploração de grani-

tos para brita, com a instalação da mina do extinto Departamento de Engenharia e Mecânica da Agricultura (DEMA), do 5º Batalhão de Engenharia de Construção (BEC), responsável pela realização de diversas obras de engenharia em Rondônia (Figura 4.34).

Estas minas estão localizadas dentro do batólito de Santo Antônio, onde são lavrados rochas granitóides da Suíte Intrusiva Santo Antônio, de idade Mesoproterozóica (1,3 bilhões de anos), constituídos por variações de monzo a sienogranitos (Figura 4.35). Sobre este batólito ocorre subordinadamente as coberturas lateríticas com áreas aflorantes restritas, o que dificulta o seu mapeamento na escala do projeto (do mapeamento). O relevo topográfico baixo, marcado por superfícies de aplanamento, apresenta padrões diferenciados de dissecação e platôs lateríticos marcando a topografia positiva.

Mineração Tec - Pedra

Localização e Domínio Geológico

A mina Tec-Pedra está localizada na margem esquerda do rio das Garças (afluente do rio Candeias), próximo da parte final de seu curso, na área rural de Porto Velho (Figura 4.32 e mapa de potencialidades minerais 1:100.000, em anexo). O acesso de Porto Velho, a partir do trevo do Roque, é realizado pela BR-364 no sentido Candeias do Jamari por via asfaltada, cerca de 4 km, até a entrada do ramal treze de setembro (estrada dos Japoneses). Em estrada carroçável, segue-se por mais 6 km até o ramal Viçosa onde se percorre mais 10 km até a entrada da mina, totalizando cerca de 20 km. As operações foram iniciadas em 1984, tendo prosseguido ininterruptamente até os dias atuais (Pereira, 2004), onde o desmonte inicial ocorreu na margem esquerda do rio das Garças e se estendeu para nordeste conforme o nível aflorante da rocha. A área da frente de lavra configura uma extensão aproximadamente circular, com diâmetros de aproximadamente 400 m e bancada de até 15 m de altura (Figura 4.36).

Esta mina está localizada em um corpo granítico relacionado a Suíte Intrusiva Santo Antônio (1,3 bilhões de anos), onde são lavrados dois tipos de rochas granitóides, uma de cor clara azulada, mais resistente à britagem, e outro tipo é de cor avermelhada com bastante feldspato potássico, menos resistente a britagem, ambas possuindo granulometria fina a média (Figura 4.37).

Mineração Castilho

Localização e Domínio Geológico

A mina está localizada na área rural do município de Candeias do Jamari. O acesso a partir de Porto

Velho é realizado pela BR-364 por cerca de 52 km até a entrada da linha 659, dirigindo-se por mais 1,5 km de distância até a entrada da mina (área 3 - Figura 4.33 e mapa de potencialidades minerais 1:100.000, em anexo). Nesta mina são lavrados rochas granitoides da Suite Intrusiva Serra da Providência (Mesoproterozóico - 1,5 bilhões de anos), constituídos por sienogranitos de cor clara e granulometria média a grossa. O corpo granítico ocorre localmente subordinado a espessa cobertura residual exposta, em torno de 6 m de material estéril. Esse material de caráter arenoso não é comercializado, sendo depositado em áreas de bota-fora. Em uma mina desativada nesta mesma região, é verificado um pacote estéril de aproximadamente 15 m.

A área da frente de lavra tem aproximadamente 1 km de diâmetro, em uma estrutura de corpo da mina no formato alongado de comprimento 250 m por 150 m. A maior bancada mede 15 m de altura (Figura 4.38), são produzidas britas 0, 1, 2, 4 e pó de pedra. Esta mina produz brita de boa qualidade, com pouca quantidade de material estéril, porém a distância até Porto Velho é um fator de desvantagem, cerca de 52 km.

Qualidade

A Tabela 4.43 mostra o resultado do ensaio de abrasão *Los Angeles* em uma mina de exploração de granito da Suite Intrusiva Serra da Providência, fornecido pela mineração Castilho. Este tipo de ensaio afere o desgaste sofrido pelo agregado, quando colocado na máquina "*Los Angeles*" juntamente com uma carga abrasiva, submetendo a um determinado número de revoluções desta máquina. O desgaste é expresso pela porcentagem em peso do material que após o ensaio passa pela peneira de malha quadrada, onde, de forma simples, quanto menor o valor de abrasão "*Los Angeles*" mais resistente é o agregado.

A análise mostra resultados em média de 25,6% abrasão *Los Angeles* para brita 3/4" (brita 1), com 0,29% de durabilidade e o índice de forma de 75% de grãos bons e 25% de grãos defeituosos. Para brita 3/8" (pedrisco) o índice de abrasão é de 26,5% com durabilidade 0,86%, índice de forma dos grãos com 88% de grãos bons e 12% de grãos defeituosos.

Tabela 4.43 – Resultado de ensaio tecnológico para brita de amostra do granito Intrusivo Serra da Providência.

Amostra	ALA	DUR	Índice de forma		EQA (%)	ADS (%)
			GRB (%)	GRD (%)		
Brita ¾	25,6	0,29	75	25	-	-
Brita 3/8	26,5	0,86	88	12	-	-
Brita 3/16	-	3,74	-	-	70	-
Brita ¾	-	-	-	-	-	0,6

Nota: ALA= abrasão Los Angeles, DUR= durabilidade, GRB= grãos bons, GRD= grãos defeituosos, EQA= equivalente areia, ADS= adesividade

Produção Atual/Preços

O quadro (Tabela 4.44) a seguir demonstra um estudo realizado, resumindo a produção nas três microrregiões produtoras de brita (2009):

Nos dados de produção do DNPM são reunidas a quantidade de rochas britadas e cascalho (em toneladas), o que dificulta o entendimento da produção destes bens separadamente, visto a grande exploração de cascalho laterítico na região. Nesses dados (2009) Porto Velho produziu 411.138 t, enquanto que Candeias do Jamari produziu 209.494 t, totalizando 650.632 t.

Cerca de 85% da produção total é destinada a construtoras/concreteiras, 10% destinada a lojas de material de construção e 5% para consumidores particulares que compram direto das minas (ano base 2009). As cidades de Porto Velho e Candeias do Jamari consomem cerca de 90% do material produzido, o restante é comercializado por empresas de maior porte nos estados vizinhos do Acre e Amazonas, com escoamento tanto por vias fluviais como rodoviário.

A Tabela 4.45 apresenta um demonstrativo praticado no pontos de revenda (depósitos de material de construção) em Porto Velho comparando com outras capitais do Brasil. Observa-se que o preço da brita em Porto Velho é muito maior que o praticado em outras capitais, assim como o concreto usinado.

Para efeito comparativo da Região Norte, no Gráfico 4.5, foram analisados dados do preço da brita nº 2 (serie histórica 2001 até 2010) dos estados do Acre (Rio Branco), Amazonas (Manaus) e Rondônia (Porto Velho). É registrado aumento do ano de 2008 para 2009 do valor deste agregado, de R\$ 50,00 para R\$ 72,00/m³. Em 2010, o valor praticamente dobra (R\$130,00/m³). Importante salientar que neste anos a cidade de Porto Velho teve o setor imobiliário bastante aquecido.

Processo produtivo

No desenvolvimento da lavra de granito para brita, inicialmente é realizado o processo de limpeza do local de exploração, onde é retirada a camada vegetação existente, removida juntamente com solo e material do perfil de alteração. Em seguida inicia-se a perfuração, que é efetuada com o emprego de perfuratrizes pneumáticas ou hidráulicas. Posteriormente são colocados explosivos visando a detonação nas frentes de lavra para atender a britagem. Nas pedreiras de Porto Velho e Candeias do Jamari, observam-se horários estipulados para a detonação, aumentando a condição de segurança operacional destas minas. A equipe de detonação é chefiada por profissional conhecido como *Blaster*, sendo este habilitado para o exercício da função, com registro junto aos órgãos de segurança pública. Esta operação realizada é chamada de desmonte primário, o que nem sempre

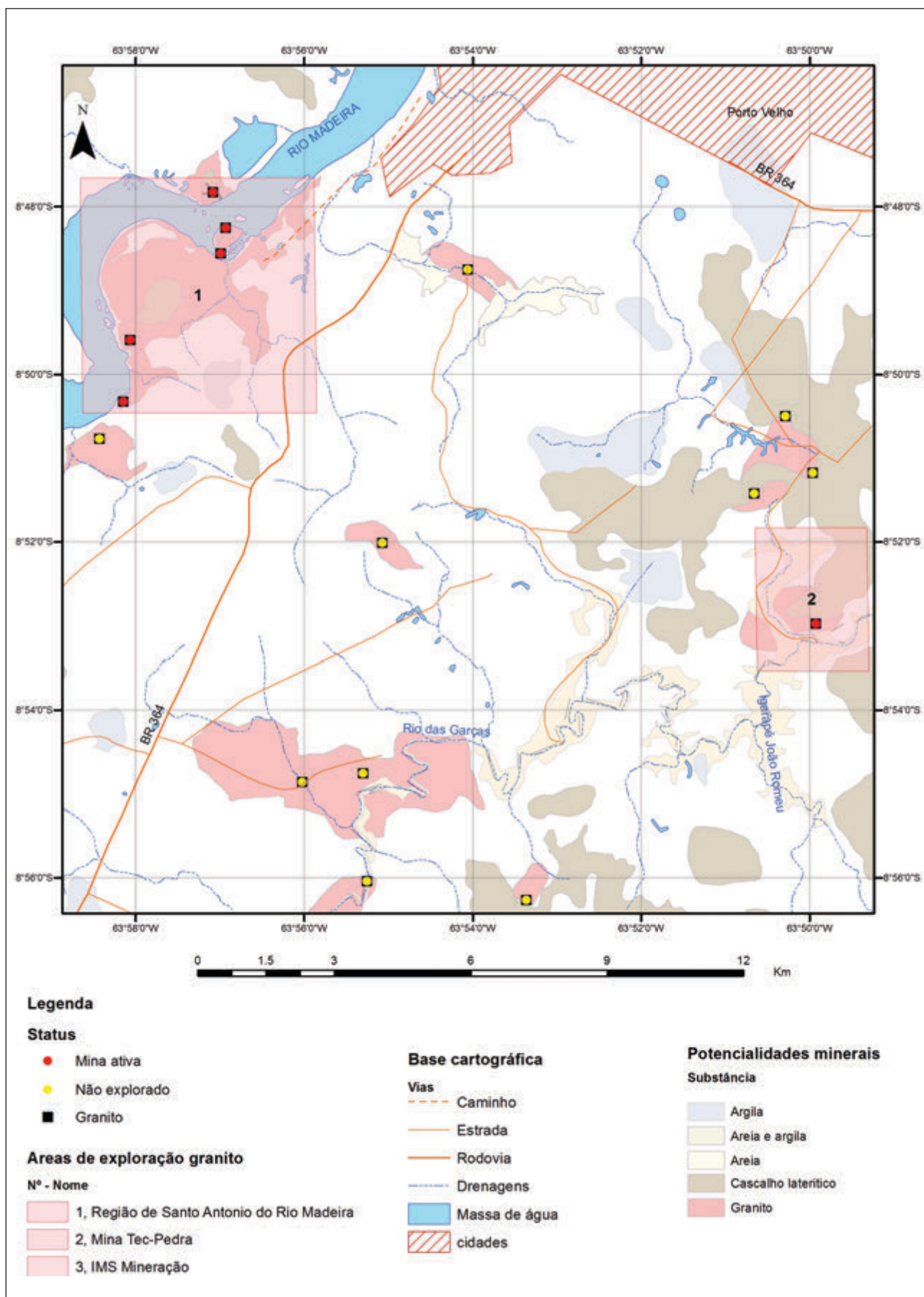


Figura 4.32 – Localização das regiões produtoras de brita.

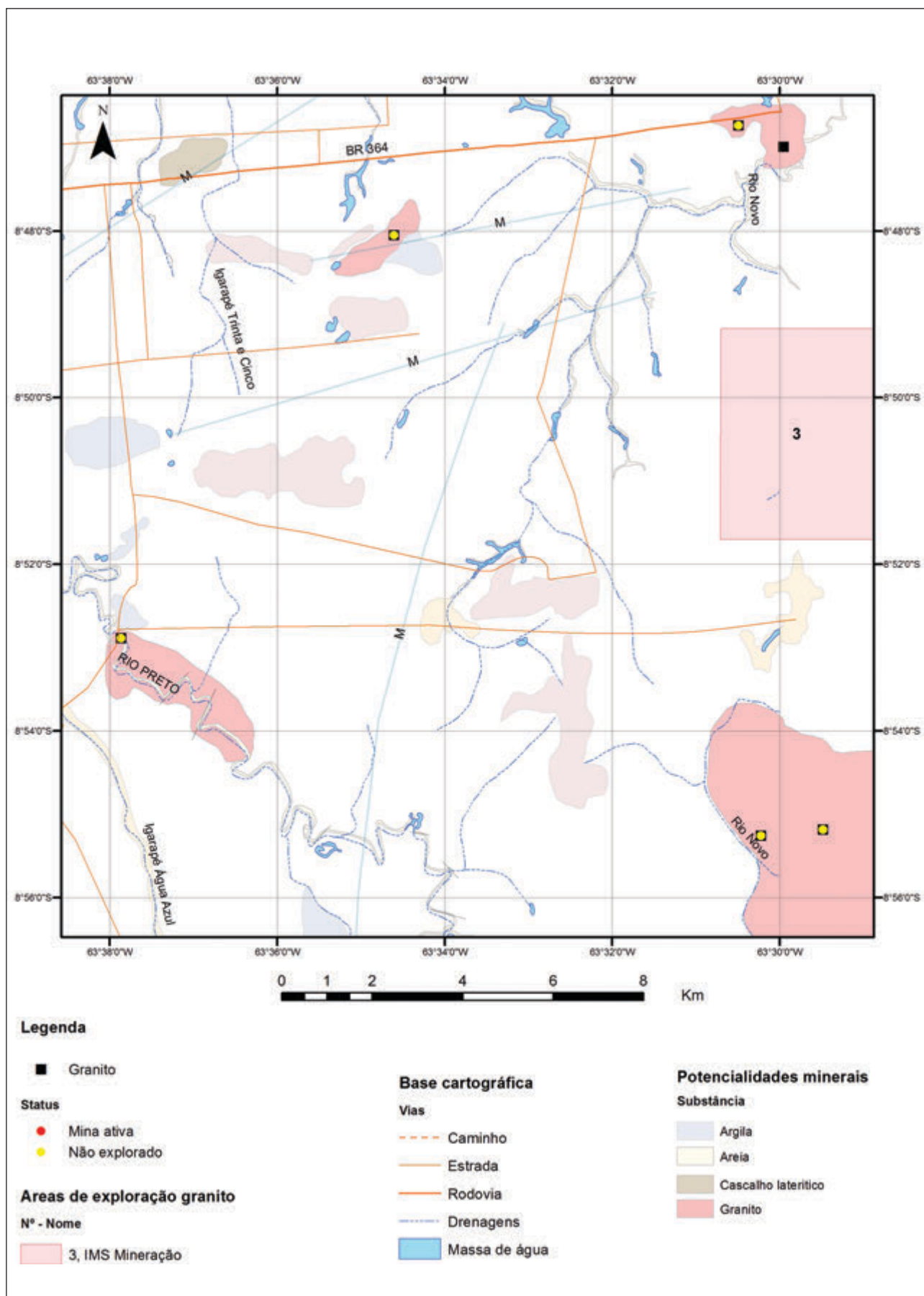


Figura 4.33 – Localização das regiões produtoras da mineração Castilho.

Tabela 4.44 – Estimativa de produção de brita em Porto Velho.

Micro-regiões	Produtos	Produção (m³/ano)	Preço (R\$/m³)
	Brita 0	30.000	40,00 – 60,00
Cachoeira de Santo Antônio Pedreira DEMA	Brita 1		60,00
	Brita 2		60,00
	Brita 4		60,00
	Pó de pedra		30,00 – 45,00
	Brita 0	100.000	40,00 – 60,00
Cachoeira de Santo Antônio	Brita 1		60,00
Pedreira MADECON	Brita 2		60,00
	Brita 4		60,00
	Pó de pedra		30,00 – 45,00
Cachoeira de Santo Antônio	Existem mais duas outras pedreiras na região, a Rondomar e GM Engenharia, que não forneceram as informações solicitadas (trabalham com guia de utilização).		
	Brita 0		40,00
Mineração Tec – Pedra	Brita 1		60,00
	Brita 2	10.000	40,00
	Brita 4		60,00
	Pó de pedra		30,00
	Brita 0	15.000	60,00
Mineração Castilho	Brita 1	40.000	60,00
	Brita 2	4.000	60,00
	Brita 4	1.000	60,00
	Pó de pedra	30.000	45,00
Total		230.000	

Tabela 4.45 – Preços brita praticadas em Porto Velho e em outras capitais

MATERIAIS E SERVIÇOS	UN	SP	RJ	BH	PA	CT	PVH
Pedra britada N. 0	m³	65,85	87,46	54,39	46,30	47,48	133,76
Pedra britada N. 05 ou 75 mm	m³	43,22	57,40	35,69	30,39	31,16	87,78
Pedra britada N. 1 ou 19 mm	m³	66,26	88,01	54,73	46,59	47,77	134,6
Pedra britada N. 2 ou 25 mm	m³	64,00	85,00	52,86	45,00	46,14	130
Pedra britada N. 3 ou 38 mm	m³	57,62	76,53	47,59	40,51	41,54	117,04
Pedra britada N. 4 ou 50 mm	m³	55,56	73,79	45,89	39,07	40,06	112,86
Concreto Usinado fck=15 mpa-brita1	m³	224	230,53	219,43	233	206,35	430

Fonte: IBGE / INCC (Julho/2010)

Nota: SP= São Paulo, RJ= Rio de Janeiro, BH= Belo Horizonte, PA= Porto Alegre, CT= Curitiba, PVH= Porto Velho.

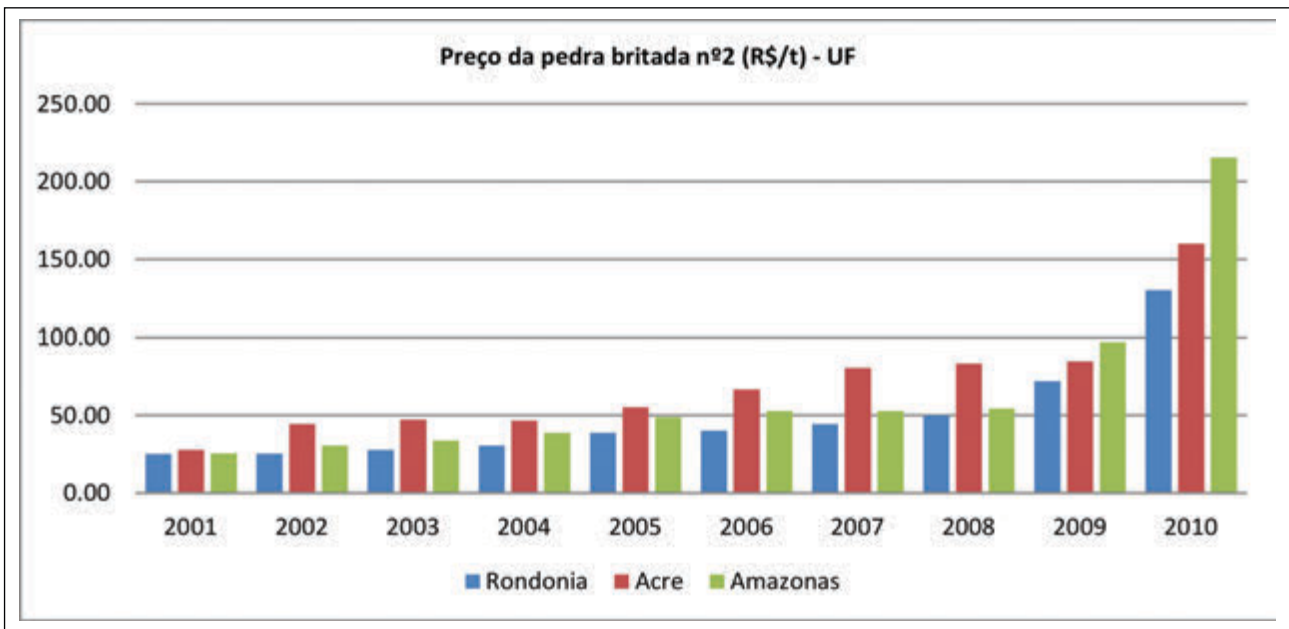


Gráfico 4.5 – Preço da brita nº 2, média histórica.



Figura 4.34 – Aspecto da cava da pedra do DEMA, mostrando bancada de exploração, na região da cachoeira de Santo Antônio.



Figura 4.35 – Escavadeira retirando material para carregamento em caminhões, na região da cachoeira de Santo Antônio.



Figura 4.36 – Mineração Tec-Pedra.



Figura 4.37 – Rochas granitoides fraturadas, pedra Tec-Pedra, zona rural de Porto Velho.



Figura 4.38 – Mineração Castilho.

garante que a totalidade das rochas terá dimensão adequada para lançamento direto na abertura do britador primário, por isso é realizado o desmorte secundário, sendo utilizado martelo rompedor, para redução em dimensões menores adequando ao britador primário (Figura 4.39).

O material proveniente da jazida, conduzido por caminhões basculantes é depositado no alimentador vibratório ou caixas alimentadoras. Em seguida o material segue a um britador de mandíbulas, de onde vai, através de correias transportadoras a britagem secundária.

Da britagem secundária, o material segue por intermédio de uma correia transportadora à uma

pilha intermediária (pilha pulmão). A pilha pulmão tem como finalidade controlar o fluxo do material. Após a rebitagem o material segue para a classificação final, efetuada pelo conjunto de peneiras vibratórias. A parte retida (*oversize*) retorna a rebitagem até que se obtenha a granulometria desejada. O material passante (*undersize*) é distribuído através de correias transportadoras para formação de pilhas dos produtos finais.

Reservas Estimadas

A nível ilustrativo, o quadro a seguir (Tabela 4.46) faz uma projeção da reservas estimadas das três microrregiões produtoras de brita (2009) em Porto Velho e Candeias do Jamari, a partir da área requerida, altura da bancada, obtendo-se consequentemente o volume do material rochoso. Foi considerada como reserva lavrável 50% deste volume.

Segundo dados oficiais do Anuário Mineral de 2010 do DNPM (Tabela 4.47), não constam reservas para a substância granito (rocha britada). Esta substância é requerida pelo regime de licenciamento, onde a área máxima para registro é de 50 hectares.

Perspectivas Futuras

As perspectivas futuras para a produção de agregados graúdos de brita na região da Folha Porto Velho são favoráveis quanto a capacidade produtiva das minas em atividade e qualidade do material. O mercado consumidor em expansão, aliado a facilita-

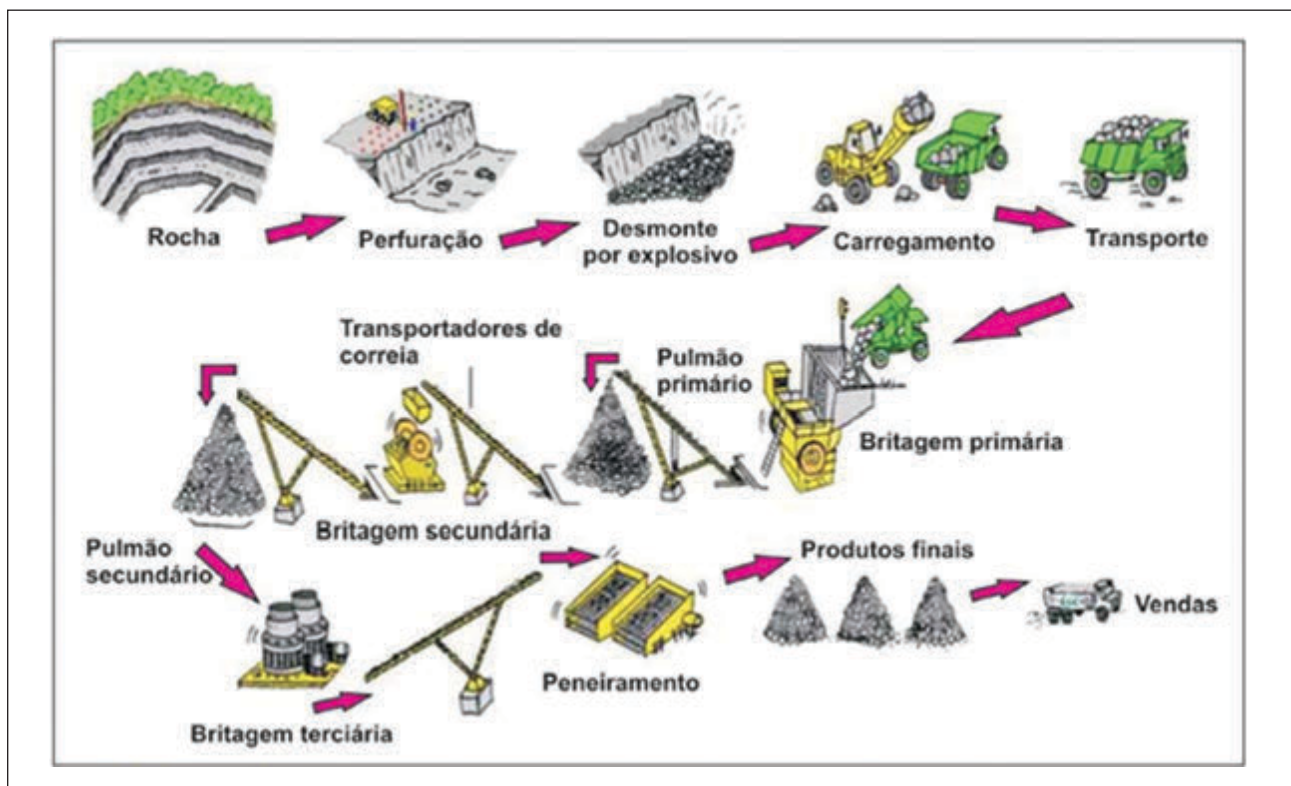


Figura 4.39 – Fluxograma do processo produtivo de britagem

Tabela 4.46 – Estimativa das reservas das microrregiões produtoras.

Mina	Área requerida (m ²)	Altura da bancada (m)	Volume total	Reserva lavrável estimada (50%)
			(milhões de m ³)	
Cachoeira de Santo Antônio Pedreira DEMA	100	10	1,00	0,50
Cachoeira de Santo Antônio	50.000	12	0,60	0,30
Pedreira MADECON				
Mineração	325.000	12	3,90	1,95
Tec – Pedra				
Mineração Castilho	100.000	12	1,20	0,6
GM ENGENHARIA	268.000	10	2,68	1,34
RANDOMAR	100.000	12	1,20	0,60
Total			10,58	5,29

Tabela 4.47 – Reservas Minerais Não Metálicos – Estado de Rondônia.

Classe/ Substâncias	Reservas (t)			
	Medida	Indicada	Inferida	Lavrável
Areia	nd	nd	nd	nd
Argilas comuns	52.864.533	38.014.698	27.672.094	37.041.915
Calcário (Rochas)	173.241.424	94.507.862	90.336.602	219.930.810
Quartzo	-	2.500.000	10.000.000	-
Rochas (Britadas) e Cascalho	nd	nd	nd	nd
Rochas Ornamentais (Granito e afins)	12.825.101	28.539,00	415 900.000	27.025.161

Fonte: Fonte: Anuário Mineral Brasileiro - 2010

de de transporte e escoamento da produção são outros fatores determinantes positivamente. A dependência de outros estados (Acre e Amazonas) formam boas expectativas para futuros investimentos neste setor de agregados. O mapeamento geológico das continuidades do batólito de Santo Antônio e dos corpos granítico da Suíte Intrusiva Serra da Providência revelam a ocorrência de rochas aflorantes, possibilitando a implementação de novas áreas de lavra necessitando, no entanto estudos geológicos mais detalhados para identificação deste potencial.

Áreas Potenciais para Novos Projetos

Em relação a outras fontes de materiais passíveis de serem empregados como brita, foram mapeadas áreas potenciais para futuros estudos (Figura 4.32, Figura 4.33 e mapa de potencialidades minerais 1:100.000, em anexo). Essas ocorrências detectadas abrem perspectivas para viabilização de novos depósitos, visando possibilitar o suprimento desta matéria-prima em plano futuro.

O Geobank (Banco de dados do Serviço Geológico do Brasil) possui 5 minas cadastradas. Neste projeto foram cadastradas 30 novas ocorrências de granitos, sendo 8 minas de exploração e 22 como ocorrências não utilizadas (Tabela 4.48).

Principais depósitos cadastrados

Domínio Suíte Intrusiva Serra da Providência

Foram registrados sete novas ocorrências neste domínio, localizados na porção sudeste da Folha Porto Velho. As melhores exposições ocorrem na linha 651, cerca de 61 km de distância de Porto Velho, pela BR-364, no sentido Porto Velho-Cuiabá (Figura 4.33). São três corpos aflorantes ao longo deste ramal, onde o maior está localizado no km 7, tendo aproximadamente 104.000 m² de área de exposição de uma rocha sienogranítica, de cor clara e granulometria grossa, exibindo mega cristais de feldspato potássico (Figura 4.40 e Figura 4.41).

Domínio Suíte Intrusiva Santo Antônio

Foram registradas quinze novas ocorrências neste domínio, concentradas, em sua maioria, na porção sudoeste da Folha Porto Velho (Figura 4.32, Figura 4.33 e mapa de potencialidades minerais 1:100.000, em anexo). Algumas exposições ocorrem no ramal Cachoeirinha, no balneário homônimo. Outros corpos aflorantes ocorrem por volta do km 09, no ramal da Colônia Viçosa.

4.2.4 - Cascalho Laterítico

Conceito

A laterita é o produto de processos físico-químicos provocado pelo intemperismo, que por sua vez é o sistema de formação de perfis intempéricos típicos de climas quentes e úmidos, que se caracteriza pela concentração eluvial de óxidos e hidróxidos de alumínio e ferro, NBR 6502 - Rochas e solos. Na Amazônia, é encontrada próxima da superfície, em vias de intemperismo, coberta por latossolos areno-argilosos (Costa, 1991). Este termo refere-se a dois materiais, o cascalho laterítico que é a porção superior e inconsolidada do perfil laterítico e a crosta ferruginosa que encontra-se de forma dura e densa, ambos de coloração marrom avermelhada (Figura 4.42).

A espessura deste material pode variar de poucos metros (3 a 4 m), como também depósitos mais expressivos com aproximadamente 15 m de espessura. Nos menores depósitos geralmente o material encontra-se inconsolidado formando extensas áreas de cascalho. Nos maiores depósitos é comum

observar uma variação do cascalho, do topo para a base, com cascalho grosso, médio e fino podendo ter material de natureza areno-argilosa ou a zona mosqueada na base destes horizontes.

Aplicações

O cascalho laterítico é um material com boa capacidade de suporte, utilizado como material base em rodovias de baixo volume de tráfego (Figura 4.43), sub-base para pavimentação de estradas, reforços do subleito e como material de aterro. Podem mostrar elevada deformabilidade, devido à natureza mineralógica, devendo ser empregados com os devidos cuidados nesses casos (Bernucci, 2008). É formado a partir de uma mistura natural de concreções lateríticas e solo nas frações areia, silte e argila, estas em menor volume em grande parte dos casos.

Esses materiais são abundantes na Amazônia e sua caracterização é essencial para uso na pavimentação (Vertamatti, 1988); seu emprego pode ser estendido até como agregados de misturas asfálticas. Em algumas regiões do Brasil são chamados de saibros estes materiais granulares naturais, com poucos finos, pertencentes aos horizontes superficiais de perfis residuais, em geral de granito e gnaiss.

Especificações

As especificações são restritas pela disponibilidade local e volume. Para as aplicações não existem restrições técnicas, visto que é bastante utilizado este material por toda a região amazônica principalmente pela sua abundância. Outro componente proveniente do perfil de intemperismo é o solo arenoso fino laterítico, trata-se de uma mistura de argila e areia encontrada na base da crosta laterítica, podendo também ser produzida artificialmente, através da mistura de areia com argila laterítica. É utilizada como reforço do subleito ou como sub-base, pode ser usado em pavimentos para tráfegos médios ou pesados.

A granulometria é em geral descontínua, com ausência ou pequena porcentagem da fração silte. Nas especificações utilizadas pelo Departamento Estradas e Rodagens (DER) é recomendada a graduação da Tabela 4.49. Esta especificação permite seu uso como material de base em vias de baixo volume de tráfego.

Metodologia

Para atender os objetivos do projeto foram desenvolvidas as seguintes atividades:

Elaboração de diagnóstico das regiões produtoras, através de aplicação de questionários e visita as cascalheiras, com preenchimento do for-

Tabela 4.48 – Recursos minerais para brita cadastrados.

Amostra	Longitude	Latitude	RL(m)	Classificação Litologia/Unidade	Status
Ce280	395538	9026099	44	Granitoides da Suíte Santo Antônio	Mina ativa
Ce283	395366	9027451	49	Granitoides da Suíte Santo Antônio	Mina ativa
Ce383	393578	9024190	55	Granitoides da Suíte Santo Antônio	Mina ativa
Ce387	393433	9022833	80	Granitoides da Suíte Santo Antônio	Mina ativa
Ce446	395644	9026665	65	Granitoides da Suíte Santo Antônio	Mina ativa
Ce470	408504	9017990	95	Granitoides da (Serra da Providencia)	Mina ativa
Ce528	449373	9022751	91	Suíte Intrusiva Serra da Providencia	Mina ativa
Ce03	445099	9029092	66	Biotita monzogranito (Serra da Providencia)	Mina paralisada
Ce04	444107	9029557	112	Leucogranito com biotita (Serra da Providencia)	Não explorado
Ce37	436569	9027126	103	Biotita monzogranito (Serra da Providencia)	Não explorado
Ce242	408974	9045853	55	Biotita Monzogranito (Serra da Providencia)	Não explorado
Ce306	404923	9045774	58	Sienogranito (Suíte Santo Antônio)	Não explorado
Ce389	392916	9022022	93	Granito da Suíte Santo Antônio	Não explorado
Ce397	397346	9014491	79	Granito da Suíte Santo Antônio	Não explorado
Ce403	398580	9010279	88	Granito da Suíte Santo Antônio	Não explorado
Ce418	397215	9011143	75	Granito da Suíte Santo Antônio	Não explorado
Ce420	402223	9011910	102	Granito da Suíte Santo Antônio	Não explorado
Ce425	398755	9012314	77	Granito da Suíte Santo Antônio	Não explorado
Ce435	399075	9019745	108	Granito da Suíte Santo Antônio	Não explorado
Ce440	400917	9025760	80	Granito da Suíte Santo Antônio	Não explorado
Ce468	408433	9021303	98	Granitoides da (Serra da Providencia)	Não explorado
Ce469	407163	9020845	96	Granitoides da (Serra da Providencia)	Não explorado
Ce471	407834	9022549	97	Granitoides da (Serra da Providencia)	Não explorado
Ce480	410261	9010545	77	Granitoides da (Serra da Providencia)	Não explorado
Ce32	430609	9018199	85	Hornblenda-biotita sienogranito porfirítico	Não explorado
Ce57	438059	9009720	82	Granito/Gnaiss (Serra da Providencia))	Não explorado
Ce396	398666	9014689	87	Granito da Suíte Santo Antônio	Não explorado
Ce525	444618	9013848	101	Suíte Intrusiva Serra da Providencia	Não explorado
Ce526	445977	9013983	111	Suíte Intrusiva Serra da Providencia	Não explorado
Ce527	449690	9014534	91	Suíte Intrusiva Serra da Providencia	Não explorado



Figura 4.40 – Afloramento de sienogranito da Suíte Intrusiva Serra da Providência.



Figura 4.41 – Afloramento de granitóide da Suíte Intrusiva Serra de Providência.

Tabela 4.49 – Faixas de solos arenosos finos laterítico para bases e sub-bases de pavimentos

Peneiras de malhas quadradas	Graduações		
	Porcentagem que passa, em peso		
	A	B	C
2,00mm, nº 10	100	100	100
0,42 mm Nº 40	75 - 100	85 -100	100
0,150 mm Nº 100	30 - 50	50 - 65	65 - 95
0,075 mm Nº 200	23 - 35	35 - 50	35 - 50

Fonte: (DER-SP,1991)



Figura 4.42 – Cascalho laterítico in natura.



Figura 4.43 – Material laterítico (cascalho laterítico) utilizado como pavimento de uma estrada vicinal na zona rural de Porto Velho.

mulário do Projeto Materiais de Construção Civil da Folha Porto Velho.

Realização de mapeamento geológico na escala 1:100.000, com utilização de imagens de fotosensores (fotografias aéreas, imagens de satélites e dados de topografia e descrição de perfis em trabalho de campo).

Principais depósitos minerais

O abastecimento de cascalho laterítico de Porto Velho/Candeias do Jamari é basicamente oriundo de empresas instaladas no ramal 13 de Setembro, conhecido como estrada dos Japoneses.

No sentido Porto Velho para Humaitá, na margem esquerda do rio Madeira, precisamente no km 4 da BR 319, é localizado outro grande depósito de cascalho laterítico. Também foram observadas diversas áreas de empréstimo de caráter intermitente e pequeno porte, espalhadas por toda a área pesquisada.

Os depósitos de cascalho laterítico são associados ao ambiente residual de intemperismo. Ocor-

re praticamente em toda a área de pesquisa, porém os depósitos de significativa expressão estão localizados na porção centro-oeste da área. No Geobank da CPRM encontram-se cadastradas 13 minas e 6 áreas não exploradas. Neste projeto foram cadastradas 69 novas ocorrências de cascalho laterítico, sendo 07 em áreas de exploração ativas, 24 áreas de exploração intermitente e 38 como depósitos ainda não explorados.

Estrada dos Japoneses/Ramal 13 de Setembro

Localização e Domínio Geológico

O ramal 13 de Setembro, conhecido como estrada dos Japoneses é o local onde se concentra o maior número de empresas que exploram a crosta laterítica. Este ramal está situado na zona rural de Porto Velho, cerca de 10 km trevo do Roque como referência, sendo 6 km de asfalto e 4 km de estrada carroçável (Figura 4.44 – área 01).

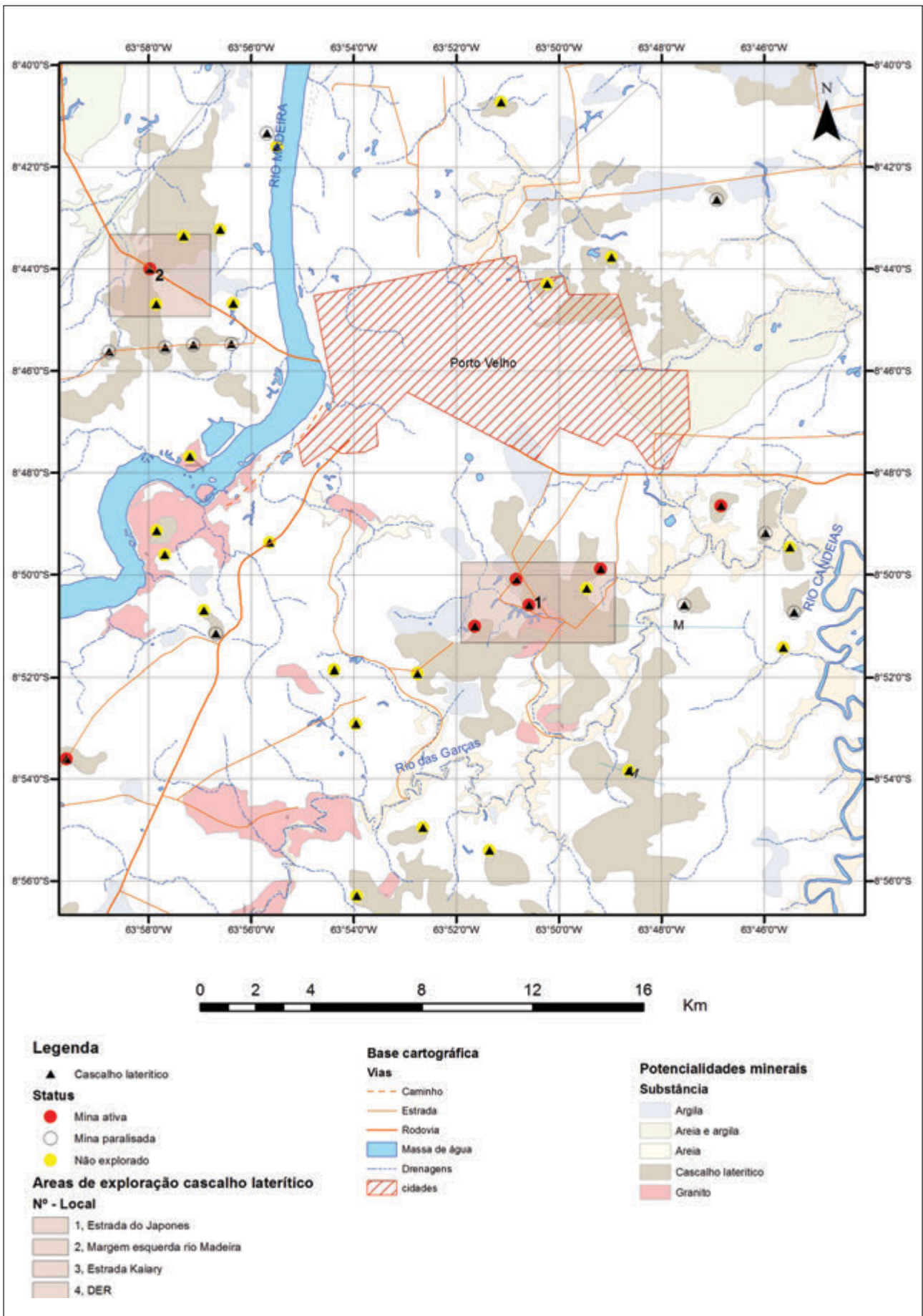


Figura 4.44 - Mapa de localização dos principais depósitos de cascalho laterítico.

Os depósitos desta região estão dispostos sobre extensos morrotes que se destacam na topografia local, geralmente na cota de 100 m. Nestes locais, as exposições de cascalho tem em média 12 m de espessura (Figura 4.45). Neste depósito, o cascalho tem variação de granulometria, de fino a grosso (adequação de caráter local). De forma geral o cascalho laterítico grosso é mais utilizado para aterro, enquanto o fino e de aspecto arenoso é utilizado para contrapiso. Foi constatado que abaixo do horizonte da crosta laterítica ocorre subordinadamente uma zona rica em argilo-minerais (Figura 4.46).

Margem esquerda rio Madeira

Localização e Domínio Geológico

Esta área de exploração é situada na margem esquerda do rio Madeira, no km 04, da BR-319, sentido Porto Velho-RO – Humaitá-AM (Figura 4.44 – área 2). A área de exploração tem aproximadamente 210.000 m².

Este material é destinado às obras de restauração de estradas no município de Humaitá-AM (cerca de 220 km de Porto Velho), e são utilizados caminhões caçamba de 25 m³ para maior rendimento em função da distância. Cada caminhão

faz em média três viagens por dia (trajeto Porto Velho-RO – Humaitá-AM). Esta mina opera com produção média de 3.000 m³ / dia. O cascalho tem boa rigidez sendo necessário o uso de escavadeira hidráulica para remoção do material (Figura 4.47).

Qualidade

Não é utilizada nenhuma técnica de separação granulométrica por ocasião da lavra, o controle é apenas visual. As empresas de forma geral fazem uma seleção por faixas, no momento da retirada do material. O cascalho grosso é mais utilizado como aterro de estradas, e o cascalho fino, já de aspecto arenoso, é utilizado como material de empréstimo, para contrapiso.

Produção Atual/Preços

O quadro (Tabela 4.50) a seguir demonstra um estudo realizado, resumindo a produção nas duas microrregiões produtoras de cascalho laterítico (2009):

Nos dados de produção do DNPM são reunidos a quantidade de rochas britadas e cascalho (em toneladas), o que dificulta o entendimento da produção destes bens separadamente, visto a grande exploração de cascalho laterítico na região.

Tabela 4.50 – Resumo da produção de cascalho laterítico das microrregiões de Porto Velho.

Microrregiões	Produtos	Produção (m ³ /ano)	Preço (R\$/m ³)
Estradas dos Japoneses / Ramal 13 de Setembro	Cascalho fino a grosso	62.500	5,00
Cascalheira do japonês			
Estradas dos Japoneses / Ramal 13 de Setembro		200.000	5,00
Cascalheira Vó Maria			
Estradas dos Japoneses / Ramal 13 de Setembro		200.000	6,00
Cascalheira DER			
Estradas dos Japoneses / Ramal 13 de Setembro		62.500	5,00
Cascalheira do Frota			
Margem esquerda do rio Madeira	Cascalho grosso	975.000	5,00
Total		1.500.000	

Nesses dados (2009) Porto Velho produziu 411.138 t, enquanto Candeias do Jamari produziu 209.494 t, totalizando 650.632 t.

As cascalheiras na estrada dos Japoneses têm a produção voltada para consumo local das cidades de Porto Velho e Candeias do Jamari, sendo os depósitos de material de construção os principais canais de distribuição.

Grande parte do material produzido na área de exploração da margem esquerda do rio Madeira é destinada para obras de restauração de estradas do

município de Humaitá-AM, tendo produção diária de aproximadamente 3.375 m³.

Os preços praticados nas áreas de exploração (em 2009) para cascalho laterítico é em média R\$ 5,00/m³ (FOB), conforme quadro anterior porém o preço deste material em Porto Velho, acrescido o frete, variou de R\$ 28,00 a R\$ 33,00 por m³ (CIF).

A Tabela 4.51 apresenta um demonstrativo do preços de saibro praticados nos pontos de venda (depósitos de material de construção) em Porto Velho e comparando com outras capitais do Brasil.

Apesar da grande oferta de material e da relativa proximidade das áreas de exploração, os preços são equiparados a de outras capitais que possuem menor disponibilidade de material.

Processo produtivo

O processo é iniciado com a determinação do local de exploração, geralmente é escolhido pela presença de material em superfície. Apesar de ocor-

rerem extensas áreas de exploração, estes depósitos não possuem grande espessura. Em seguida é executada a limpeza do local de exploração, onde é retirada a camada de vegetação existente. A próxima etapa é a retirada e carregamento do material, que depende da natureza do material (crosta ferruginosa ou cascalho laterítico). O cascalho é a porção mais superficial do horizonte ferruginoso laterítico, de fácil remoção, utilizando máquinas do tipo pá carregadeira para o carregamento de caminhões caçambas. No material ferruginoso laterítico (crosta), com grau

Tabela 4.51 – Preços de saibro praticados em Porto Velho e em outras capitais.

MATERIAIS E SERVIÇOS	UNID	São Paulo	Rio de Janeiro	Belo Horizonte	Porto Alegre	Curitiba	Porto Velho
Saibro (coletado no comercio)	m ³	45	60	31	30	30	33,5
Material para aterro (barro , argila ou saibro) com tranporte até 10 km	m ³	20,71	27,61	14,26	13,8	13,8	15,41

Fonte: IBGE / INCC (Julho / 2010)

de resistência a remoção, é necessária a utilização de máquinas escavadeiras hidráulicas para retirada do material. Nas áreas de exploração de menor porte ou de lavra manual, apenas é lavrado o cascalho solto.

A lavra é conduzida de forma desordenada, avançando em função da natureza do material (cascalho ou crosta ferruginosa) e granulometria (grosso, médio e fino).

O transporte é realizado diretamente da área de exploração para os canais de distribuição: depósitos de material de construção e aplicação direta como sub-base em estradas. Para esse transporte, nas menores minas são utilizados caminhões caçambas de 6, 8, 10 e 12 m³ de capacidade, enquanto nas maiores lavras é verificado a utilização de caminhões de 25 a 40m³.



Figura 4.46 – Crosta laterítica com zona rica em argila na estrada dos Japoneses.



Figura 4.45 – Grande área de exploração de cascalho laterítico na estrada dos Japoneses.



Figura 4.47 – Carregamento de material na mina da margem esquerda do rio Madeira.

Reservas Estimadas

A nível ilustrativo, o quadro a seguir (Tabela 4.52) faz uma projeção da reserva estimada dos depósitos da estrada dos Japoneses e da margem esquerda do rio Madeira, levando-se em consideração a área de ocorrência de cascalho laterítico, altura da bancada, obtendo-se consequentemente o volume do material rochoso. Foi considerada como reserva lavrável 50% deste volume.

Tabela 4.52 – Reserva estimada..

Local	Área de ocorrência (m ²)	Altura da bancada (m)	Volume total (m ³)	Reserva lavrável estimada (50%)
Estrada dos Japoneses	12.765.930	10	127 milhões	63 milhões
Margem esquerda do rio Madeira	5.594.000	12	67,12 milhões	33,56 milhões

necessária a preservação das áreas do entorno, evitando o crescimento urbano desordenado. As áreas lavradas deverão ser recuperadas possibilitando o uso para outros fins.

Áreas Potenciais para Novos Projetos

Em relação a outras fontes de materiais passíveis de serem empregados como cascalho laterítico foram mapeadas áreas potenciais para futuros (Figura 4.44 e mapa de potencialidades minerais 1:100.000, em anexo). Essas ocorrências detectadas abrem perspectivas para novos depósitos viáveis vi-

Perspectivas Futuras

As perspectivas futuras para a exploração de cascalho laterítico são favoráveis. Em relação a disponibilidade do material, a Folha Porto Velho tem grandes exposições deste material (Anexo I – Mapa de potencialidades minerais), com distâncias relativamente curtas e com pouca ocupação destas áreas, apenas alguns assentamentos rurais. Porém para continuidade do aproveitamento destas reservas é

sando possibilitar o suprimento desta matéria-prima em plano futuro.

Foram observados vários depósitos de caráter intermitente, para uso local, com extração de forma manual e como áreas de empréstimo com aplicação direta como sub-bases de pavimentação de estradas secundárias (Figura 4.48 e Figura 4.49 respectivamente) dispostos na tabela a seguir (Tabela 4.53).

No GEOBANK da CPRM estão cadastradas 13 minas e 6 áreas não exploradas. Neste projeto foram cadastradas 69 novas ocorrências de cascalho, sendo 07 em áreas de exploração ativas, 24 áreas de exploração intermitente e 38 como depósitos ainda não explorados.



Figura 4.48 – Crosta laterítica residual (CE481) - Áreas potenciais para novos projetos.



Figura 4.49 – Crosta laterítica residual (CE366) - Áreas potenciais para novos projetos.

Tabela 4.53 – Recursos minerais para cascalho laterítico cadastrados

Amostra	Longitude	Latitude	RL(m)	Classificação	Status
CE337	393727	9034489	103	Duricrosta laterítica	Mina ativa
Ce373	390778	9016792	105	Duricrosta laterítica nodular	Mina ativa
Ce447	406845	9023302	90	Duricrosta laterítica residual nodular	Mina ativa
Ce448	405370	9021597	97	Duricrosta laterítica residual	Mina ativa
Ce458	407303	9022368	94	Duricrosta laterítica residual	Mina ativa
Ce474	409854	9023675	100	Duricrosta laterítica residual	Mina ativa
Ce518	414161	9025969	89	Duricrosta laterítica e lags de cascalho	Mina ativa
CE01	431729	9028418	112	Duricrosta laterítica nodular	Mina paralisada
CE133	432494	9028513	121	Duricrosta laterítica nodular	Mina paralisada
CE203	417374	9042029	90	Duricrosta laterítica colunar	Mina paralisada
CE204	417360	9043785	89	Duricrosta laterítica colunar	Mina paralisada
CE217	416081	9043536	88	Duricrosta laterítica nodular	Mina paralisada
CE219	414130	9043171	90	Duricrosta laterítica nodular	Mina paralisada
CE233	419814	9048442	69	Duricrosta laterítica	Mina paralisada
CE256	413978	9037049	83	Duricrosta laterítica	Mina paralisada
CE307	405500	9046038	80	Duricrosta laterítica	Mina paralisada
CE341	392267	9031495	86	Cascalho residual nodular	Mina paralisada
CE342	394263	9031655	88	Duricrosta laterítica	Mina paralisada
CE347	396631	9031796	85	Duricrosta laterítica	Mina paralisada
CE349	395283	9031765	90	Duricrosta laterítica	Mina paralisada
CE353	397891	9039418	72	Cascalho residual nodular	Mina paralisada
Ce361	390840	9008657	111	Residual nodular-pisolítico	Mina paralisada
Ce366	396111	9021313	128	Residual nodular-pisolítico	Mina paralisada
Ce407	408718	9009890	80	Duricrosta laterítica nodular	Mina paralisada
Ce410	406821	9006012	84	Argila laterítica	Mina paralisada
Ce415	400446	9005976	97	Residual nodular	Mina paralisada
Ce423	407492	9011015	89	Residual nodular	Mina paralisada
Ce496	412854	9022378	92	Duricrosta laterítica inconsolidada	Mina paralisada
Ce498	416780	9022123	120	Duricrosta laterítica residual consolidada	Mina paralisada
Ce502	415750	9024985	79	Duricrosta laterítica e lags de cascalho	Mina paralisada
CE88	422372	9011057	103	Cascalho residual nodular	Mina paralisada
CE124	435903	9039606	94	Cascalho residual nodular	Não explorado
CE267	406257	9040545	77	Duricrosta laterítica nodular	Não explorado
CE278	410215	9034953	93	Duricrosta laterítica	Não explorado
CE279	407927	9033982	90	Duricrosta laterítica	Não explorado
CE281	393974	9025014	50	Duricrosta laterítica	Não explorado
CE285	395166	9027715	79	Duricrosta laterítica	Não explorado
CE292	402121	9060946	75	Duricrosta laterítica colunar	Não explorado
CE295	398986	9059924	89	Duricrosta laterítica colunar	Não explorado
CE315	402957	9047312	85	Duricrosta laterítica	Não explorado
CE317	400075	9048895	96	Duricrosta laterítica	Não explorado
CE319	397459	9048160	102	Cascalho residual nodular	Não explorado
CE320	396130	9047574	89	Duricrosta laterítica	Não explorado
CE335	396220	9035918	69	Duricrosta laterítica	Não explorado
CE336	394927	9035682	98	Duricrosta laterítica	Não explorado
CE343	393948	9033217	84	Cascalho residual nodular	Não explorado

Tabela 4.53 – Recursos minerais para cascalho laterítico cadastrados - continuação

Amostra	Longitude	Latitude	RL(m)	Classificação	Status
Ce351	396695	9033248	79	Duricrosta lateritica	Não explorado
Ce356	398252	9038936	54	Duricrosta lateritica	Não explorado
Ce363	390227	9009984	80	Residual nodular	Não explorado
Ce384	394267	9024155	93	Residual nodular	Não explorado
Ce391	395669	9022146	117	Residual nodular	Não explorado
Ce402	398312	9010893	111	Residual nodular-pisolitico	Não explorado
Ce412	403522	9005989	125	Duricrosta lateritica nodular	Não explorado
Ce413	403198	9007418	102	Lateritico coluvial	Não explorado
Ce419	401949	9011006	127	Lateritico coluvial	Não explorado
Ce421	404333	9010985	107	Residual nodular	Não explorado
Ce426	401161	9011869	110	Lateritico coluvial	Não explorado
Ce427	409695	9011022	104	Residual nodular	Não explorado
Ce429	398021	9024618	102	Lateritico coluvial	Não explorado
Ce433	401118	9018078	115	Lateritico coluvial	Não explorado
Ce434	400349	9020018	131	Lateritico coluvial	Não explorado
Ce444	403522	9014332	103	Residual nodular	Não explorado
Ce452	403323	9019901	113	Lags, solos e cascalho lateritico incosolidado	Não explorado
Ce459	409366	9022977	96	Duricrosta lateritica residual	Não explorado
Ce460	410877	9016405	123	Duricrosta lateritica residual	Não explorado
Ce463	405908	9013513	101	Duricrosta lateritica residual	Não explorado
Ce481	411891	9011029	130	Duricrosta lateritica residual	Não explorado
Ce494	416387	9020846	92	Duricrosta lateritica ndular pisolitica	Não explorado
Ce501	416624	9024471	94	Duricrosta lateritica e lags de cascalho	Não explorado

5 – MINERAÇÃO E MEIO AMBIENTE

Parte dos municípios de Candeias do Jamari e Porto Velho integram a Folha Porto Velho, numa área de 3.025 km². Neste capítulo que trata do impacto ambiental e a extração dos insumos minerais utilizados na construção civil, procurou-se identificar e descrever de que forma a atividade mineira modifica o meio ambiente. Foi efetuado um estudo individualizado de parte desses municípios, com base nos dados obtidos nos trabalhos de campo. Nesse contexto, são feitas considerações sobre as técnicas de lavras e o potencial de degradação que trazem essas intervenções antrópicas.

Foram analisadas as extrações de areia (em planícies aluvionares e leitos de rio), argila (as de uso cerâmico), de cascalho (como material de empréstimo) e granito (brita). Também serão abordadas algumas ações preventivas e/ou mitigadoras para cada forma de impacto ambiental decorrente da mineração.

5.1 - METODOLOGIA DE TRABALHO

Inicialmente foi feita uma pesquisa bibliográfica para selecionar frentes de lava cadastradas anteriormente (Geobank), da Folha Porto Velho, sendo 20 áreas de areia, 19 áreas de argila, 05 de granito e 13 para cascalho laterítico. Dentre estas, foram definidas como áreas alvo desse estudo, apenas aqueles pontos efetivamente em lava.

Por ocasião dos trabalhos de campo, foram executados cadastramento de novas áreas, tendo como foco, as que estavam efetivamente em produção selecionados, por município da Folha Porto Velho.

5.2 - IMPACTOS DECORRENTES DA MINERAÇÃO

5.2.1 - Desmatamento e Remoção do Solo

Na área da Folha Porto Velho esta é a forma de agressão mais frequente na extração de materiais para construção civil. A destruição da mata ciliar se dá nos leitos dos rios, de um modo geral, quando a extração, ocorre, por desmoronamento das margens.

Nas extrações de argila e cascalho laterítico, o desmatamento e a remoção do solo são muito frequentes (Figura 5.1 e Figura 5.2). Nesses casos, as modificações ambientais começam pelo decaimento da cobertura, para liberar o acesso ao material alvo da exploração. Nessa operação, denominada de desenvolvimento da lava, obrigatoriamente se remove a cobertura estéril sob a ótica da mineração, incluindo aí a vegetação nativa e a camada de solo orgânico, dando início aos processos

de poluição do solo, quando não tomadas medidas preventivas e/ou mitigadoras.

O desmatamento, conforme mencionado anteriormente, ocorre na fase de desenvolvimento de lava (Figura 5.3). Esta operação, por envolver também a remoção da camada orgânica, impacta tanto o meio físico (solo), como o biológico (flora e fauna).

Outro efeito que o desmatamento provoca é a redução e até a extinção do banco de sementes nativas, tanto no próprio *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.). A perda de sementes nativas e a infertilidade, gerada pela mistura de solo orgânico com material estéril, são determinantes no impacto visual da paisagem.



Figura 5.1 – Impacto da extração de cascalho laterítico (desmatamento).



Figura 5.2 – Aspecto do impacto ambiental causado pela extração de argila (desmatamento e escavações).



Figura 5.3 – Desmatamento provocado para abertura de frente de lavra.

Mais raramente, tem adotado a lavra seletiva, preservando a vegetação nativa. O desmatamento e a poluição de solo, principalmente nas lavras de argila e cascalho laterítico, são impactos que podem ser mitigados durante e após a atividade extrativa, se adotados os procedimentos seguintes:

Iniciar a remoção do material de forma seletiva, retirando, inicialmente, a camada de solo vegetal, visando reservá-la para utilização posterior, o que permite a preservação da fertilidade da área residual, após a lavra, e de grande parte do banco de sementes de espécies nativas;

Após a retirada do material de interesse do minerador, a área lavrada normalmente apresenta uma morfologia que favorece os desmoronamentos, as erosões e, no seu conjunto, a formação de cicatrizes na paisagem. O procedimento para mitigar os efeitos da lavra é a movimentação do material remanescente, de forma a promover uma suavização topográfica, reduzindo os efeitos do clima na área, principalmente de águas pluviais;

A etapa seguinte é o recobrimento da área com a camada de solo orgânico reservado preliminarmente. Vale salientar que, no horizonte da camada de solo, estão misturadas as sementes de espécies nativas, adaptadas para aquele tipo de solo, permitindo que, naturalmente, aconteça a revegetação do terreno lavrado;

Por fim, executar um sistema de controle de drenagem que proteja a área no início do processo de fixação do material ainda inconsolidado. A consolidação se dá com o início do processo de revegetação;

Nos casos de argilas de alteração *in situ* e cascalho laterítico, sem transporte, a recuperação se resume no plantio, nos taludes, de mudas adaptado, às condições climáticas da região.

Medidas mitigadoras

As ações preventivas e/ou mitigadoras para esta forma de agressão se resumem em ações que viabilizem o uso futuro das áreas mineradas que, por estarem em grande parte situadas próximas às áreas urbanas, podem ser destinadas para construção de residências ou mesmo edificações industriais, áreas de lazer ou outras formas de uso.

5.2.2 - Erosão

A erosão é caracterizada pelo desgaste mecânico realizado pelas águas correntes, destruindo as estruturas de solo que compõem uma região em seu estado natural. Após remoção da cobertura vegetal e da camada que recobre o solo, quando não são observados critérios técnicos nas fases de lavra e pós-lavra, a área torna-se vulnerável aos processos erosivos, que como consequência, dão origem à degradação paisagística, ao assoreamento dos cursos d'água, contaminação de mananciais, podendo atingir estradas, vilas, estuários e sistema de saneamento básico, quando a mineração se processa próxima de áreas urbanas. Outros pontos que oferecem flagrantes possibilidades de ocasionar são os depósitos de estéril e rejeitos, quando não forem planejados de forma que se possa implantar todas as medidas necessárias de prevenção e controle, evitando que os efeitos erosivos ocorram.

A erosão provocada pela ação das águas superficiais ou subsuperficiais, vai dando origem a sulcos que atingem grandes dimensões, denominados voçorocas.

Na área da Folha Porto Velho, os processos erosivos da lavra de argilas e cascalho laterítico são mais marcantes naquelas de origem sedimentar, uma vez que, por terem sofrido transporte, são mais arenosas e com menor grau de consolidação. Esta condição facilita as ações climáticas (ação eólica e pluvial), sofrendo arrasto do material das encostas dos taludes para as cotas mais baixas. O resultado são as modificações da paisagem e assoreamento das drenagens e vales. Nas argilas de formação *in situ*, por serem mais consolidadas, não se observam praticamente processos erosivos nos taludes (Figura 5.4).

Nas lavras de areia de terraços, o fato das camadas lavradas serem menos espessas, com extrações mais horizontalizadas e taludes com menor potencial de arrasto, tornam as erosões menos danosas, principalmente nos locais onde as areias sofreram pouco ou nenhum transporte, gerando grãos maiores. Consequentemente, os pacotes arenosos são mais porosos, reduzindo a energia de arrasto dos

agentes climáticos. Esses mesmos motivos, e mais a topografia suave, fazem com que o material erodido seja arrastado para distâncias insignificantes, praticamente não causando problemas de assoreamento.

Já a extração de areia de margens do rio Candeias do Jamari, provoca forte impacto ambiental, modificando os cursos das drenagens, provocando desmoronamentos das margens, destruindo a vegetação ciliar, modificando a energia de vazão do rio. A opção por este tipo de extração ocorre quando se dá a exaustão do material no centro do leito dos rios. Embora a qualidade da areia das margens seja inferior à areia do leito de rios, em função da maior quantidade de argila, cuja deposição ocorre pela queda de energia da corrente fluvial nas margens, a facilidade do deslocamento da draga de sucção do centro para a margem do rio viabiliza esse procedimento.



Figura 5.4 – Erosão formando sulcos em lavra de caráter intermitente.

Medidas mitigadoras

As medidas mitigadoras e/ou preventivas podem ser as mesmas recomendadas para o desmatamento. Para extração de areia, nas margens dos rios, a recomendação é a expressa proibição da atividade, por partes dos órgãos de fiscalização e controle.

5.2.3 - 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, dando origem principalmente aos processos de assoreamento, 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, tendem a sedimentar em canais, cursos d'água, reservatórios, barragens e em regiões inundáveis.

Esse fenômeno é responsável por sérios danos à navegação, às obras de armazenamento d'água para abastecimento, ao controle de enchentes, à regularização de vazão e à geração de energia. Provocam a destruição do *habitat* natural das formas de vida aquática.

A desagregação, carreamento e a deposição dos sedimentos são influenciadas pelas características do fluxo da água e pela natureza do material transportado. Grande quantidade de sedimentos é transportada quando o fluxo d'água é representado por alta intensidade de turbulência e velocidade; do contrário, sua capacidade de carreamento é reduzida, propiciando a sedimentação das partículas.

Quanto a sua natureza, as partículas são classificadas pelo tamanho, forma e peso. Partículas pequenas e leves são facilmente transportadas, enquanto as grosseiras e pesadas tendem a se sedimentar mais rapidamente.

Na área da Folha Porto Velho, os casos mais graves de assoreamento de rios, estão relacionados com o segmento das areias. Conforme mencionado anteriormente, essa atividade, na maioria das vezes, se desenvolve de maneira informal, desprovida de qualquer fundamento técnico, gerando quantidade significativa de sedimentos, que são facilmente carreados para as regiões mais baixas, causando o assoreamento desses cursos d'água (Figura 5.5).

Medidas mitigadoras

As técnicas de produção e as características das extrações (desmatamento, erosão e transporte de material por agentes climáticos) abordadas anteriormente, trazem sempre o potencial de desenca-



Figura 5.5 – Processo de assoreamento com acumulo de areia é possível observar o desmatamento de áreas próximas.

dear o assoreamento das drenagens e de áreas de baixo. Esse fenômeno pode ocorrer na própria área de produção ou em seu entorno.

Nas extrações tradicionais, as medidas preventivas, mitigadoras, ou mesmo corretivas, são efetivadas, utilizando os mesmos equipamentos de lavra, com uso de equipamentos de terraplanagem.

Porém, nas extrações de areia em leitos de rio ou em suas margens, o assoreamento é um processo quase irreversível. Nesses casos, o relevo do fundo é modificado, mudando o regime de corrente e reduzindo a energia de transporte. Esse conjunto de fatos produz a ação erosiva dos taludes das margens, ocasionando a ampliação das margens dos rios, o desprendimento de terras, por escorregamento ou ruptura, e consequente assoreamento do leito, recomendando-se a proibição da atividade.

Outro fator que alimenta o assoreamento dos rios é a produção de material em suspensão gerado pela operação da dragagem nas lavras. Estes finos, em suspensão, serão depositados a jusante da extração.

5.2.4 - Impacto da Paisagem

Os trabalhos de extração de minerais promovem de certa forma, modificações nas características originais da área. Esta forma de degradação não tem uma causa única, é resultado de um conjunto de ações mal conduzidas pelos empreendedores. É fruto dos desmatamentos, das erosões e dos assoreamentos, etc. Enfim, é o resultado dos trabalhos conduzidos sem preocupação com o meio ambiente e, em sua quase totalidade, sem orientação técnica de um profissional habilitado.

A preocupação com esse tipo de impacto ambiental e a adoção de medidas para evitar e mitigar esse tipo de impacto ganha importância na região da Folha Porto Velho, pela sua proximidade com área urbana, notadamente a capital Porto Velho (Figura 5.6).

Medidas mitigadoras

De uma maneira geral e especificamente na área objeto desse projeto, não tem sido adotadas medidas que visem atenuar os danos causados pela degradação paisagística, provocada pela atividade de mineração. É necessário que sejam intensificados os trabalhos de conscientização dos empresários, visando a adoção dessas medidas.

5.2.5 - Poeiras, Ruídos, Vibrações e Ultra-lançamentos

A poeira resultante das atividades de mineração tem origem nas várias fases do empreendimento, tanto nos trabalhos de perfuração de rocha como



Figura 5.6 – Impacto na paisagem com lavra local de areia.

nas etapas subsequentes de detonação, carregamento, transporte, estocagem e beneficiamento (Figura 5.7).

Na britagem, os possíveis pontos de emissão de poeira referem-se à alimentação do material nos britadores (primário e secundário) e moinhos (barras e/ou bolas), ao sistema de transferência (correia transportadora, elevadores, rampas, etc), aos sistemas de peneiramento e empilhamento para estocagem.

Geralmente, essa poeira gerada, é constituída por fração de granulometria muito fina, o que lhe dá condições para que fique em suspensão por algum tempo e, dependendo das condições do vento, propaga-se em extensas áreas vizinhas, prejudicando a visibilidade. Os efeitos mais acentuados tanto no homem como nos animais, estão relacionados com as complicações respiratórias. Por outro lado, o efeito nocivo de certos tipos de partículas, provoca a queima das folhas dos vegetais e sua consequente morte.

Na região da Folha Porto Velho, foram identificadas cinco pedreiras de granito para produção de brita, sendo a maior parte da produção para abastecer o mercado da construção civil de Porto Velho, onde o maior impacto é a emissão de poeiras. Tendo em vista a estarem situadas em locais, distantes de expansão urbana, este impacto ainda não é muito sentido na circunvizinhança. O problema maior se deve a poeira absorvida pelos empregados (Figura 5.8)

As fases de perfuração, detonação, britagem, carregamento e transporte são responsáveis pelos maiores problemas causadas no entorno, devendo ser adotadas medidas que beneficiem tanto os trabalhadores diretamente envolvidos com a atividade mineira, bem como a população da circunvizinhança.

Nas lavras de areia, argila e cascalho laterítico o impacto provocado pelas poeiras se restringem aos acessos, por ocasião do transporte destas matérias primas em caminhões.

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 é mitigadora do impacto visual causado pela mineração.

Outras ações mitigadoras e de controle de poeiras relacionam-se a executar as perfurações para desmonte, com dispositivo a úmido, eliminando a geração de poeira na fonte. Também deverá ser observada a eliminação de geração de poeiras na fonte, com aspersão de água, se utilizando de carros-pipas nas áreas de transporte e pilhas de estoque e redes aspersoras, nos pontos de transferência de carga, no circuito de britagem. É obrigatória a utilização de lonas para cobertura dos caminhões de transporte do material produzido, dentro e fora da área da mineração.

No caso das lavras de areia, argila e cascalho laterítico, para minimização dos impactos provocados pela poeira nos acessos deverá ser providenciada a umectação dos mesmos.

A condução de trabalhos por técnico legalmente habilitado, deverá orientar a exploração das frentes de lavra, de forma que a geração de poeiras não se dispersem na direção de áreas urbanizadas.

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.

Na região da Folha Porto Velho, as cinco pedreiras identificadas de granito para produção de brita, estes impactos não são tão significativos ainda, tendo em vista a estarem situadas em locais, distantes de expansão urbana. O problema maior se deve a questão de proteção individual dos empregados, através da necessidade do uso de dispositivos de controle, tais como protetores auditivos, luvas, botas e capacetes.

Para o controle de vibrações deverá ser obedecido um plano de fogo adequado, e monitoramento periódico. 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 marteletes, sistemas de isolamento acústico em britadores e peneiras etc.

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.

As cinco pedreiras identificadas de granito para produção de brita na região da Folha Porto Velho situam-se em locais privilegiados, distantes de expansão urbana, estes impactos não são tão significativos ainda.

Para o efetivo controle desses ultralancamentos, deverá ser observado o dimensionamento adequado do plano de fogo, levando-se em conta as anomalias da rocha, tais como estágio de decomposição,

cavernas ou cavidades, juntas ou diáclases, espelhos de falhas, fraturas etc.

As oficinas, os locais de abastecimento de combustíveis e os lavadores de veículos e máquinas existentes na maioria das pedreiras, geralmente constituem focos de poluição hídrica por óleos e graxas, quando não existem sistemas eficientes de controle, tais como caixas decantadoras/separadoras. Pode-se citar também o abandono de equipamentos fora de uso (sucatas) em locais inadequados, constituindo mais um fator de degradação do meio ambiente. Para a redução deste impacto, deveria haver implementação de sistemas de controle, tais como caixas separadoras de óleos e graxas, entre outros.

O uso futuro das áreas degradadas para extração de pedras britadas, dependerá de sua localização e da conformação final do terreno. Dificilmente consegue-se uma revegetação destas áreas. Porém, muitas vezes, o ambiente rochoso restante ao final das operações pode ser convenientemente tratado, com a criação de pequenos nichos de vegetação em cavidades preenchidas com solo orgânico (que para tal deverá ser previamente separado durante o decapeamento da área), gerando-se ambientes que a longo prazo poderão se tornar ecologicamente relevantes.

Por último, é importante ressaltar a questão da segurança dessas áreas trabalhadas, através da criação de dispositivos de sinalização das áreas de riscos e definição de zonas de proteção no “entorno” das pedreiras, de modo a impedir que a urbanização avance nessas áreas.

5.3 - RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS

A recuperação das áreas degradadas pelas atividades de mineração (Figura 5.9) decorre da necessidade da reconstituição das suas características físicas, químicas e biológicas, em conformidade com os valores ambientais, estéticos, socioeconômicos e culturais da circunvizinhança.



Figura 5.7 – Vista geral do circuito de britagem.



Figura 5.8 – Circuito de britagem com poeira em suspensão.



Figura 5.9 – Área degradada pela mineração de argila.

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, fazendo com que essas medidas sejam de caráter essencialmente corretivo.

Os critérios a serem adotados no processo de recuperação envolvem o conhecimento de várias etapas da mineração (pesquisa, lavra e beneficiamento), da 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.



Figura 5.10 – Tanque para piscicultura para a recuperação de áreas (lavra de argila exaurida).

A maioria dos problemas provenientes da mineração são na realidade atribuídos 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 (Figura 5.10);
- Aterro sanitário;
- Projetos industriais;
- Projetos agropastoris ou hortifrutigranjeiros etc.

Na região da Folha Porto Velho, foram identificadas diversas áreas degradadas, algumas delas abordando caracteres de aspectos preventivo e corretivo. Por outro lado, não foram vistas nenhuma atividade de recuperação nas áreas objeto do projeto.

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.

- gem 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 – ASPECTOS INSTITUCIONAIS

6.1 - LEGISLAÇÃO MINERÁRIA

A atividade de mineração obedece em todas as suas etapas, desde a pesquisa da jazida até o beneficiamento do minério a um conjunto de leis específicas. Essas, por sua vez, levam em consideração as características peculiares dos recursos minerais, tais como: sua rigidez locacional; exaustão da jazida, dado que é um recurso não renovável; além de ser atividade potencialmente modificadora do meio ambiente.

Além disso, a atividade de mineração, desenvolvida próxima aos núcleos urbanos, deve ser vista num contexto diferenciado em relação à mineração tradicional, dado o grande número de interfaces envolvidas com essa atividade. Tem sido constatado que, devido ao contínuo e inevitável crescimento das regiões urbanas, há um concomitante incremento em obras de infraestrutura, como casas, escolas, hospitais, estradas, etc. Para tanto, são utilizados como insumos mais importantes, os denominados agregados (areia, argila, brita) e que, devido ao seu baixo valor unitário e relativa abundância, restringem as fontes de obtenção desses bens minerais a regiões não muito distantes de seu local de utilização.

Também deve ser ressaltado que a atividade de bens minerais de emprego imediato na construção civil engloba um contingente expressivo de pessoas e/ou empresas pertencentes ao denominado setor informal, por desconhecimento ou não, das leis que regem o segmento mineral. Tal fato, refletido na ausência parcial ou mesmo total de dados estatísticos, dificulta a ação das entidades envolvidas com a aplicação da legislação mineral e com o estabelecimento de políticas eficazes, voltadas para o uso racional desses recursos, não renováveis.

A legislação estabelece para as empresas mineradoras dois regimes de aproveitamento das matérias-primas minerais usadas na construção civil, tanto em seu estado natural como sob a forma de produto transformado pela indústria:

- Licenciamento – é o registro, no DNPM, da licença expedida pela prefeitura local, caracterizado por facultar o direito de aproveitamento mineral exclusivamente ao proprietário ou a quem dele tiver a expressa autorização, dispensando os trabalhos prévios de pesquisa mineral que permitem estimar as reservas minerais e a sua qualificação. Tal licença é expedida com prazo definido, podendo ser renovada sucessivamente a critério da autoridade municipal, obedecidos os regulamentos hábeis. O regime de licenciamento é específico para os minerais de emprego imediato na construção civil, ou sejam: *Consideram-se substâncias minerais de emprego imediato*

na construção civil, para fins de aplicação do disposto no Decreto nº 3.358, de 2 de fevereiro de 2.000, Areia, cascalho e saibro, quando utilizados in natura na construção civil e no preparo de agregado e argamassas; Material sílico-argiloso, cascalho e saibro empregados como material de empréstimo; Rochas, quando aparelhadas para paralelepípedos, guias, sarjetas, moirões ou lajes para calçamento; Rochas, quando britadas para uso imediato na construção civil.

O processo de liberação é mais rápido e menos oneroso para o minerador, o proprietário do terreno tem a prerrogativa de decidir pela sorte do empreendimento. O requerimento da área é limitado a um máximo de 50 hectares.

- Autorização e Concessão – neste regime, prevalece o direito de prioridade garantido pela protocolização do requerimento da área pretendida no DNPM, independente da autorização do proprietário do terreno. Um Alvará de Pesquisa é outorgado pelo DNPM, autorizando a execução dos trabalhos previstos no Plano de Pesquisa proposto e aprovado visando à comprovação de uma jazida economicamente lavrável. Caso o requerente não seja o proprietário da área ou não apresente acordo com o mesmo, o processo será enviado pelo DNPM ao juiz de direito da Comarca com jurisdição na área, para resolução da pendência e avaliação da indenização por eventuais prejuízos ao proprietário. Nesta primeira etapa que tem a duração máxima de três anos, prorrogáveis por mais um ano, o titular do alvará de pesquisa poderá, a critério do DNPM, ser autorizado a extrair pequenas quantidades da substância mineral em pesquisa, mediante a outorga de um instrumento conhecido como Guia de Utilização. Os Regimes de Autorização e de Concessão podem ser utilizados para todas as substâncias minerais, com exceção daquelas protegidas por monopólio (petróleo, gás natural e substâncias minerais radioativas).

De acordo com o Artigo 1º da Portaria DG DNPM nº 392/04 as áreas máximas para requerimento de pesquisa são: 2.000 ha: substâncias minerais metálicas, substâncias minerais fertilizantes, carvão, diamante, rochas betuminosas e pirobetuminosas, turfa, e sal-gema; 50 ha: substâncias de emprego imediato na construção civil, argila vermelha para a indústria cerâmica, calcário para corretivo de solos, areia quando adequada a indústria de transformação; feldspato, gemas (exceto diamante), pedras decorativas, e mica; 1.000 ha: rochas para revestimento, e demais substâncias minerais.

Concluída a pesquisa e comprovada a existência da jazida, o titular poderá, então, requerer ou negociar com terceiros o seu direito a concessão de lavra, objetivando o aproveitamento industrial do minério. Nesta segunda etapa, o DNPM exige que o requerimento seja acompanhado de diversos documentos, entre os quais, o Plano de Aproveitamento Econômico da jazida, contendo um conjunto de operações coordenadas para a lavra e o beneficiamento do minério que, aprovado, habilita a outorga da Portaria de Lavra; a partir deste momento, obriga-se o minerador a iniciar os trabalhos dentro dos parâmetros propostos e a apresentar, anualmente, ao DNPM o Relatório Anual de Lavra com a descrição das operações realizadas.

Há que se considerar ainda que a legislação estabelece, também, o Registro de Extração, que é um regime de aproveitamento dos recursos minerais restrito a substâncias de emprego imediato na construção civil, por órgãos da administração direta ou autárquica da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios, para uso exclusivo em obras públicas por eles executadas diretamente, numa área máxima de cinco ha com prazo determinado de extração e a juízo do DNPM, considerando as necessidades da obra devidamente especificada a ser executada e a extensão da área objetivada no requerimento, admitida uma única prorrogação e vedada a comercialização.

A opção por qualquer um dos regimes de aproveitamento é facultado ao minerador.

6.2 - LEGISLAÇÃO AMBIENTAL

A necessidade de se estabelecer maiores garantias jurídicas na efetivação de uma busca de preservação do meio ambiente, tem levado a discussão de suas diferentes abordagens pelas Ciências Jurídicas, uma vez que atuará o Poder Judiciário, como um mediador deste conflito. O direito a um meio ambiente ecologicamente equilibrado e sadio e o desenvolvimento econômico cada vez mais se tornam pertinentes, ante a ausência de uma correta exploração dos recursos naturais. O sistema jurídico necessita possuir instrumentos hábeis, como o Estudo de Impacto Ambiental e o Relatório de Impacto Ambiental, meios estes capazes a compatibilizar o desenvolvimento econômico e as atividades econômicas geradoras de riquezas, sob pena de uma perda da qualidade de vida existente no planeta. O sistema legal para a concessão do licenciamento ambiental na mineração assim, deverá atuar como um compatibilizador da permissão para a extração de minérios e a possibilidade de recuperação da área explorada, com o seu consequente plano de recuperação, que deverá avaliar a impactação necessária a sustentabilidade da atividade.

O licenciamento ambiental, como instrumento de defesa do meio ambiente consagrado pela Políti-

ca Nacional do Meio Ambiente, é um procedimento administrativo composto por vários atos correlacionados. Seguindo, portanto, os princípios norteadores do Direito Ambiental, sempre buscando garantir o equilíbrio entre o desenvolvimento econômico e a defesa dos recursos naturais. Faz parte da tutela administrativa preventiva, podendo, em determinados casos, servir de procedimento corretivo e fiscalizador.

A mineração, por ser atividade de extração e beneficiamento de recursos minerais, e por isso, causadora de significativo impacto ambiental, está submetida às regras constantes e decorrentes do artigo 225, da Constituição Federal. Assim, por disposição do artigo 10, da Lei n.º 6.938/81 e artigo 2º, IX, da Resolução n.º 001/86, do CONAMA, a atividade minerária também se sujeita ao regime do licenciamento ambiental. Este será realizado em observância a determinadas particularidades existentes na extração mineral e previstas na legislação concernente à mineração.

6.3 - LEGISLAÇÃO URBANA (PORTO VELHO E CANDEIAS DO JAMARI)

A seção VI da Constituição Estadual de Rondônia dispõe a respeito dos recursos minerais, e segundo o artigo 182 – é dever do Poder Público Estadual elaborar o Plano Estadual de Recursos Minerais, visando a conservação, ao aproveitamento racional dos recursos minerais, ao desenvolvimento harmônico do setor com os demais e ao desenvolvimento equilibrado das regiões do Estado.

No Plano Diretor de Porto Velho não foi feita menção clara do aproveitamento de recursos minerais. O capítulo II (Política Municipal de Desenvolvimento Urbano) através das seções I (diretrizes de uso e ocupação do solo) e III (Ordenamento do Território) não descrevem a questão do desenvolvimento de políticas públicas que asseguram o uso de recursos minerais.

Na seção V – Autorização Ambiental, do capítulo IV (Instrumentos da Política Urbana) permite a localização, instalação, ampliação e operação de empreendimentos e atividades utilizadoras de recursos ambientais, consideradas efetivas ou potencialmente poluidoras ou daquelas que, sob qualquer formas, possam causar degradação ambiental ou provocar significativa alteração no entorno imediato, consideradas as disposições legais e regulamentares e as normas técnicas aplicáveis ao caso.

6.4 - PANORAMA DOS DIREITOS MINERÁRIOS NA ÁREA DO PROJETO

A área do projeto possui um grande número de títulos minerários, com algumas áreas livres na parte sul e nordeste, também possui uma extensa região, na porção norte, ocupada por uma área de conservação ambiental (ver mapa de uso e ocupação

de solo, em anexo). Estes direitos minerários compreendem materiais empregados na construção civil (areia, areia lavada, argila, cascalho laterítico e granito para brita) e minerais metálicos e preciosos como ouro, cassiterita, zinco e titânio (Figura 6.1).

A área do projeto (Folha Porto Velho) possui 280 títulos minerários (DNPM, 2012) para substâncias empregadas na construção civil, totalizando 62.968 hectares, tendo a maioria destas áreas normalmente 50 hectares por requerimento. Como ilustrado na Tabela 6.1.

A substância areia possui o maior número de títulos minerários (159) totalizando 13.398 hectares requeridos.

A substância argila chama atenção por dois tipos de uso: na indústria cimenteira (maior número de títulos minerários - 59) e para o uso na indústria da cerâmica vermelha (23 títulos minerários) protocolados junto ao DNPM.

O cascalho e a laterita são designações para a mesma substância, que vem sendo explorada em grande parte da área, e até sendo enviada para suprir necessidades de outras localidades (Humaitá-AM). Encontram-se protocolizados no DNPM 25 títulos minerários.

O granito, utilizado para brita, possuindo poucos corpos aflorantes na área do projeto, fator responsável pelo pequeno número de títulos minerários protocolizados no DNPM (14).

A área possui 274 títulos minerários para minerais metálicos, totalizando 181.932 hectares, que significa quase dez vezes a área requerida para substâncias de uso na construção civil, embora a área não apresente aparente potencial para minerais metálicos. Apenas destaca-se a exploração de ouro em depósitos sedimentares do rio Madeira.

No mesmo banco de dados do DNPM permite visualizar a fase de andamento dos diversos direitos minerários. É possível observar que a maioria das áreas encontra-se na fase de autorização de pesquisa (Figura 6.2). No Gráfico 6.1 torna-se melhor a visualização a partir dos dados extraídos do mapa da fase dos processos, neste gráfico não contabiliza o uso industrial da argila, apenas argilas utilizadas para cerâmica. De todas as áreas requeridas 65% encontram-se em fase de autorização de pesquisa e 9% de áreas para requerimento de pesquisa. Cabe ressaltar que na região da Folha Porto Velho existem três concessões de lavra, sendo duas para areia e uma para granito, e seis registros de licenciamento, sendo quatro para areia, um para argila para cerâmica vermelha e um para cascalho laterítico.

Tabela 6.1 – Direitos minerários para uso na construção civil na Folha Porto Velho.

Substância	Direitos Minerários	Hectares Requeridos	Media por Requerimento
Areia	158	13398	84,8
Areia lavada	1	6,58	6,58
Argila (uso industrial)	59	47428	803,86
Argila (cerâmica)	23	635,64	27,64
Cascalho	13	402	30,92
Laterita	12	502	41,83
Granito	14	596	42,57

Fonte: DNPM, 2012

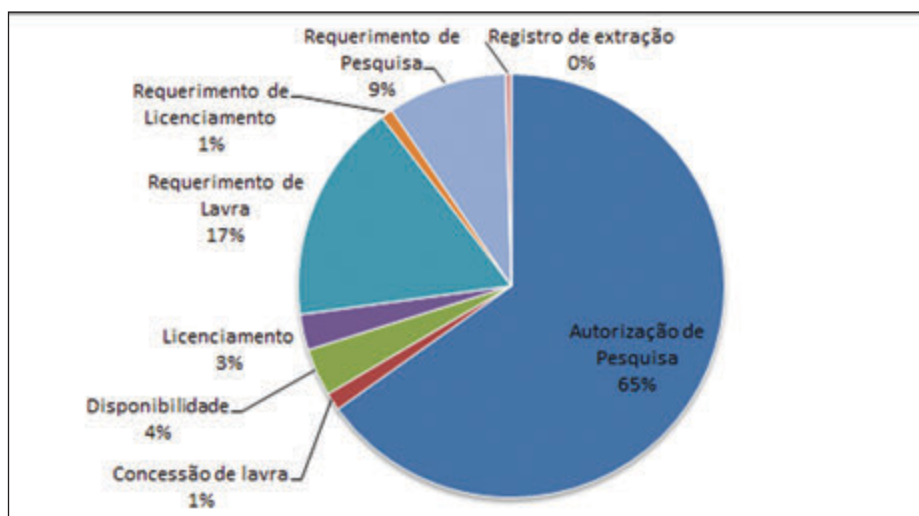


Gráfico 6.1 – Percentual da distribuição da fase atual dos processos referente ao insumos minerais para utilização na construção civil da Folha Porto Velho (DNPM, 2012).

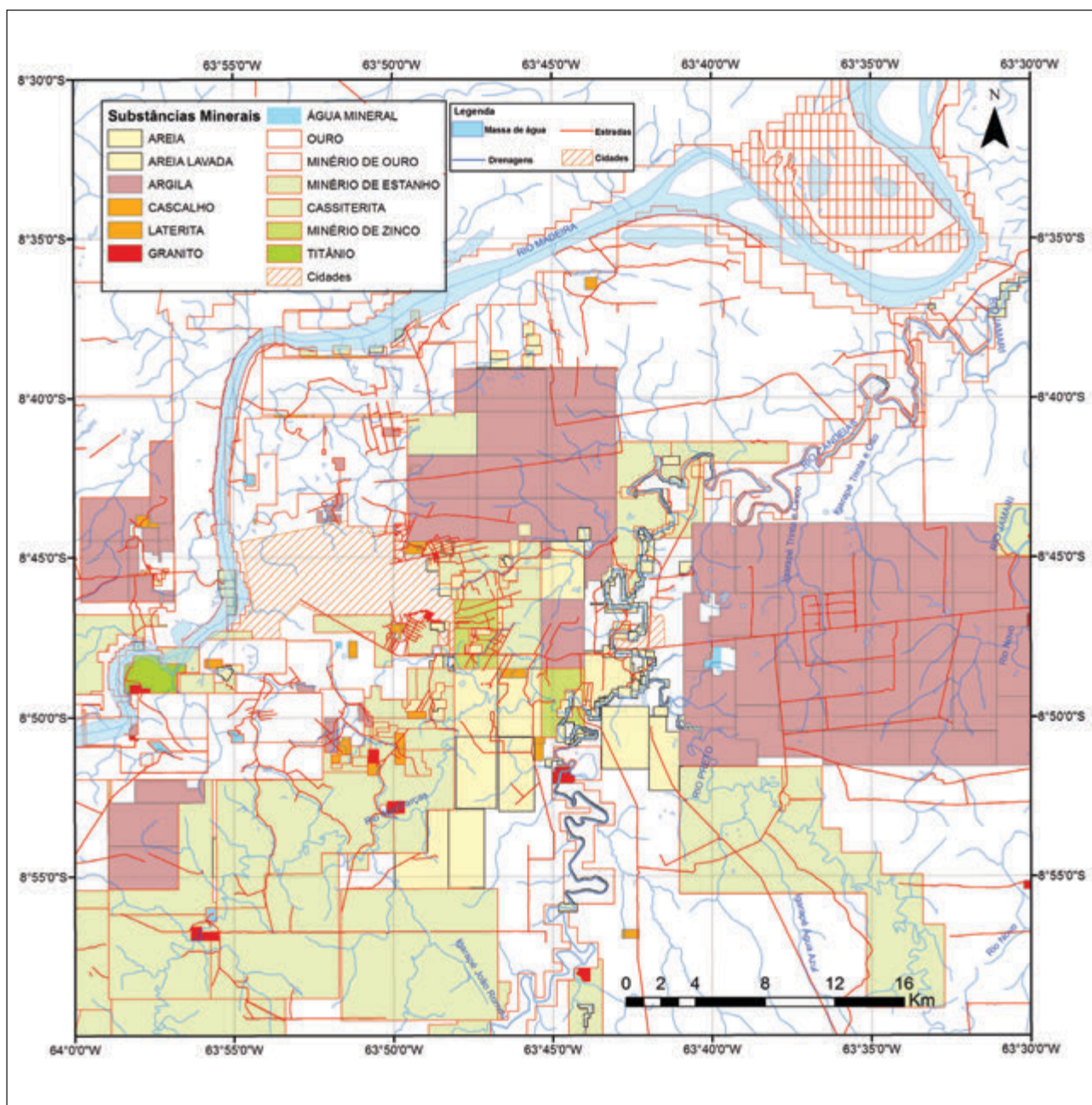


Figura 6.1 – Mapa das substâncias minerais requeridas na Folha Porto Velho (DNPM, 2012).

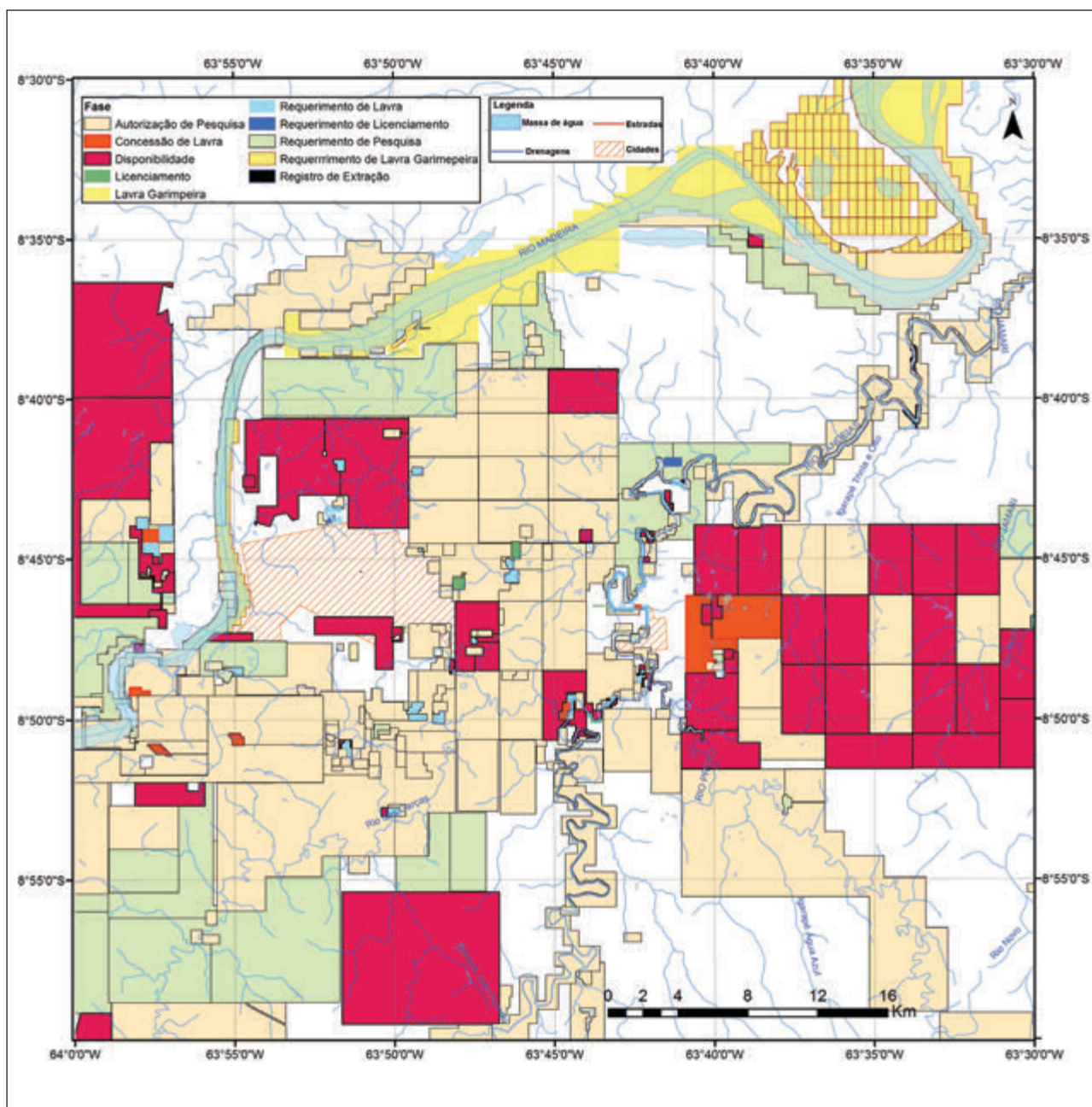


Figura 6.2 – Mapa das fases dos processos de insumos minerais da Folha Porto Velho (DNPM,2012).

7 – USO E OCUPAÇÃO DO SOLO

O presente capítulo analisa o mapa de uso e ocupação de solo que foi idealizado a partir da união de produtos diversos. Dentre estes foram relacionados dados espaciais do Projeto Prodes e dados gerados a partir de imagens *landsat TM* para os índices de vegetação, digitalização do Plano Diretor de Porto Velho e o agrupamento de informações de áreas restritas como as regiões de assentamento do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA) e áreas de proteção ambiental adquiridas do banco de dados do SIPAM.

Historicamente os processos de urbanização foram influenciados por diferentes ciclos econômicos desde o século XIX. As áreas de restrição foram surgindo naturalmente, à medida que se avolumava o processo de urbanização e os conflitos de ocupação territorial.

No Mapa de Uso e Ocupação do Solo podem-se destacar três grandes impedimentos ambientais:

1) APA do rio Madeira: foi criada através do Decreto nº 5.124 de 06/06/1991, com área de aproximadamente 6.748 hectares. É localizada na porção oeste da área do projeto, que tem início aproximadamente na localidade Santo Antônio, ao sul limitada pela Usina Hidrelétrica de Santo Antônio, passando pela cidade de Porto Velho, até aproximadamente a localidade de Niterói. Compreende parte do corpo de água até, em média, 1.600m após a margem do rio Madeira. Em 08/11/2007 o Ministério Público conseguiu uma liminar suspendendo o comércio de novos loteamentos dentro da área de sobreposição da APA. Esta APA possui um pequeno número de áreas abrangida por alvos de potencialidades minerais.

2) Floresta Estadual de Rendimento Sustentado Rio Madeira B (FLORSU): localizada na porção norte da área do projeto, com o perímetro demarcado e sem registro de ocupações ou posses. A FLORSU abrangia originalmente uma área de 82.437 ha, mas houve uma redução devido à presença de títulos particulares na área. Este espaço territorial é destinado a aplicação de sistemas silviculturais em florestas, objetivando a produção autossustentada dos recursos naturais renováveis e a condução da regeneração natural do povoamento remanescente, de modo a garantir a capacidade produtiva da floresta com o mínimo de alteração dos ecossistemas. O controle desta floresta estadual é de competência da Secretaria do Estado do Desenvolvimento Ambiental.

3) Estação Ecológica Cuniã 2 (ESEC): localizada na porção norte da área, abrangendo 7.061 hectares. Esta unidade foi criada para proteger e preservar amostras dos ecossistemas do cerrado, bem como propiciar o desenvolvimento de pesquisas científicas. Ao longo do rio Madeira ocorre uma alternância en-

tre planícies fluvial e flúvio-lacustre, área aplainada por acumulações de sedimentos. Contíguas a estas áreas ocorrem dois terraços fluviais (nos rios Cuniã e Aponiã), cujo patamar esculpido pelo rio apresenta certo declive. Grande parte da estação, ao noroeste, constitui-se de interflúvios tabulares, com relevos de topo aplainado, de drenagem muito fraca.

A vegetação que recobre a estação ecológica caracteriza-se por apresentar indivíduos arbóreos espaçosos com frequentes agrupamentos de palmeiras, bambus e cipós. Vários animais como a paca, anta, tatu, veados, araras, garças são ainda relativamente abundantes na ESEC. A várzea é constituída por plantas frutíferas, além de apresentar grande produção de alimentos para uma vida aquática composta de diversas espécies: tucunaré, pirarucu, carauçu, cará-branco, entre outros. Sendo de responsabilidade do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade da Secretaria do Estado do Desenvolvimento Ambiental.

O Plano Diretor de Porto Velho visa a preservação de áreas e bens de referência urbana, fornecendo orientação ao poder público na tomada de decisões. Trata-se de uma lei municipal que estabelece diretrizes para a adequada ocupação no município, determinando o que pode e o que não pode ser feito em cada parte do mesmo. O plano diretor de Porto Velho se deteve as zonas próximas de ocupação, não muito além da mancha urbana, não preconizou áreas para fins de mineração de materiais destinados a construção civil.

Na área da Folha Porto Velho existem espaços delimitados destinados a assentamentos rurais do INCRA, estas áreas são destinadas a trabalhadores rurais que não possuem terra, para que este usufrua de forma individualmente ou em regime de economia familiar. Existem 5 (cinco) áreas destinadas a assentamentos espalhadas entre os municípios de Porto Velho e Candeias do Jamari.

A portaria conjunta DNPM / INCRA Nº 104, de 25/03/2009, DOU de 27/03/2009, criou o Grupo de Trabalho Interdisciplinar para elaborar proposta regulamentando os procedimentos a serem adotados quanto houver interferência entre atividades de mineração e projeto de assentamentos para fins de reforma agrária na mesma área.

Dentro destas cinco áreas delimitadas na região, se destaca o Plano de Assentamento Aliança, ocupando uma grande área na porção central da área de pesquisa, com cerca de 21.242 hectares. É possível observar requerimentos de pesquisa dentro destas áreas assim como a presença de alvos para cascalho laterítico e argilas utilizadas na indústria da cerâmica.

No cruzamento de informações do Mapa de Uso e Ocupação do Solos com o Mapa de Potencialidades Minerais, foram verificados:

- Conflitos de áreas potenciais para argila para cerâmica vermelha onde o Plano Diretor de Porto Velho definiu uma porção desta área para empreendimentos destinados para ocupação de área de expansão urbana, zona residencial de baixa densidade, zona especial de interesse social, zona atacadista e zona industrial;
- Conflitos de alvos de areia, argila e cascalho laterítico, na porção oeste do mapa, especificamente na parte do plano diretor, que abrange zona residencial e zona de expansão urbana;
- A floresta estadual de rendimento sustentado Rio Madeira B, localizada na porção norte da área de pesquisa, possui depósitos sedimentares de areia e argila e alguns afloramentos de cascalho laterítico;
- A Reserva Ecológica Federal Cuniã 2 não possui nenhum depósito de interesse mineral cadastrado nesta pesquisa;
- Existem cinco áreas de assentamentos rurais que estão dentro da área do projeto, sendo os mais expressivos os planos de assentamento Aliança, Rio Madeira e Paraíso das Acácias. No assentamento Aliança são destacadas potencialidades para argila para cerâmica vermelha e cascalho laterítico.

8 – CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

O projeto materiais de Construção Civil da região da Folha Porto Velho teve como um dos principais objetivos a realização do mapa geológico na escala 1.100.000, bem como o fornecimento de dados sobre a potencialidade mineral, tendo sido acrescentadas a delimitação de corpos graníticos e das unidades sedimentares que compõem a Formação Rio Madeira, que revelou ser portadora de importantes depósitos, para insumos minerais utilizados na construção civil.

O mapa de potencialidades minerais permitiu observar as associações minerais destinadas a construção civil, assim como a distribuição espacial das principais regiões produtoras. Nesta mesma carta, foram destacados na forma de encarte os mapas de uso e ocupação do solo, mapa de área oneradas (substâncias requeridas) e mapa da fase dos processos, que fornecem a situação atual dos empreendimentos minerários.

Os afloramentos de natureza granítica são ocorrem de forma restrita, sempre associada a perfis de intemperismo, o que dificulta tanto o mapeamento de suas unidades como a sua extração. Na porção leste da área afloram alguns corpos graníticos, onde o capeamento estéril tem até 20 metros de espessura, não sendo atualmente explorados. Na porção sudoeste, é observado através de métodos geofísicos (magnetometria) um batólito relacionado à Suíte Intrusiva Santo Antônio.

Em relação aos depósitos minerais de areia, são observados dois principais polos produtores: o rio Candeias, por toda sua extensão incluindo depósitos marginais, com lavra por dragas e em bancadas respectivamente, produzindo areia lavada, média e grossa. Outra importante área de produção de areia é a estrada dos Periquitos, com a extração na forma de bancada, tendo a argila como material secundário.

As argilas estão associadas à Cobertura Sedimentar Indiferenciada, com depósitos para dois usos distintos: cerâmica vermelha e argilas utilizadas na composição do cimento. Apesar de grande potencialidade de argilas, ainda ocorre tímida participação das empresas que produzem artefatos de cerâmica na região das cidades de Porto Velho e Candeias do Jamari, além da pouca diversificação de produtos, ocorre a importação de toda a cerâmica estrutural (telhas e lajotas) da região de Cacoal/RO, assim como produtos de revestimento cerâmico oriundos do polo produtor de Santa Catarina.

Os depósitos de cascalho laterítico ocorrem sustentando morrotes em locais onde o relevo topográfico é mais elevado, fato mais evidenciado nas porções centro-sul e sudoeste da área (observado no mapa geológico – anexo 1).

Para os próximos anos, as projeções apontam para um crescimento acelerado do nosso País, e a mineração assume um papel de relevante importância para o desenvolvimento do segmento da construção civil. No que concerne à garantia de suprimento desses bens minerais, deverá ser propiciada a manutenção destes depósitos, bem como sejam incentivados novos estudos, que propiciem um melhor conhecimento técnico e tecnológico para o racional aproveitamento. Esses índices tendem a melhorar com o Programa de Aceleração do Crescimento – PAC, implementado pelo Governo Federal, a partir de 2007, com ênfase para a infraestrutura, a exemplo de obras públicas, tais como a construção das usinas hidrelétricas de Santo Antônio e Jirau, ampliação da rodovia BR-364 e a recuperação da BR-319, assim como a instalação de indústrias, pontes, viadutos e obras do setor imobiliário.

O mercado local vem sendo abastecido de matérias primas em áreas próximas aos principais centros consumidores, a exceção das telhas, oriundas da região de Cacoal-RO. Para tanto estas áreas devem ser preservadas, bem como novos estudos deverão ser intensificados, no sentido da realização de novas pesquisas, objetivando descobertas de novas áreas potenciais para a construção civil.

Por outro lado, do ponto de vista técnico e ambiental, constatou-se, com raras exceções, que as atividades extrativas são executadas com pouca ou nenhuma orientação técnica, fato este que contribui decisivamente para uma lavra predatória e os impactos ambientais diversos são consequências marcantes que precisam ser enfrentadas para garantir a sustentabilidade da atividade mineral.

Diante do exposto, faz-se mister a integração entre produtores, entidades de apoio técnico, representantes de consumidores e gestores públicos das diferentes esferas governamentais, no sentido de inovações no processo produtivo e na comercialização, bem como no planejamento da atividade mineirária, adequando-a às diretrizes de planos diretores municipais e de ordenamento territorial.

Para manutenção, preservação e abastecimento sustentável dos insumos minerais para a construção civil, recomenda-se:

- Planejamento e sustentabilidade do setor, relacionados com as políticas públicas;
- Estimulo fiscal via redução de ICMS. Com a redução da carga fiscal repassada aos produtores possivelmente serão promovidas melhorias das condições de exploração, refletindo no preço final do produto;

- Fortificação das rotas de comercialização, já existentes;

- Legalização de lavras clandestinas;

- Estímulo à criação de áreas de proteção objetivando a preservação dos depósitos minerais, de modo a não inviabilizar o seu aproveitamento;

- Determinar modelos que otimizem a mineração e minimizem os impactos ambientais;

- Redução ao máximo de resíduos, tanto na exploração como no beneficiamento dos materiais, com a valorização dos resíduos por meio de inovação tecnológica;

- Na fase de encerramento e abandono de mina, devem-se estabelecer métodos de restauração efetiva, como a realização de projetos de infraestrut

tura. Em zonas que concentram explorações deve ser exigida a otimização das áreas de lavra. Esta iniciativa deve ser adicionada ao plano diretor;

- O Plano Diretor de Porto Velho não contemplou atividades relacionadas à mineração. O plano diretor de temática mineral seria um dos instrumentos de gestão ambiental, com isso poderá ocorrer a evolução de políticas empresariais com a redução de impactos ambientais na mineração e ainda programas de reabilitação de áreas de mineração;

- Ampliação e aplicação de novas tecnologias, principalmente para os insumos que necessitam de normatização e/ou caracterização tecnológica, como os agregados e outros usos de argilas (argila para cimento e cerâmica branca).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADAMY, A.; ROMANINI, S.J. (Orgs.). Geologia da Região Porto Velho-Abunã: Folhas Porto Velho (SC.20-V-B-V), Mutumparaná (SC.20-V-C-VI), Jaciparaná (SC.20-V-D-I) e Abunã (SC.20-V-C-V). Estados de Rondônia e Amazonas. Texto explicativo. Brasília: DNPM/CPRM, 1990. 273 p. Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil-PLGB.
- ALMEIDA, F.F.M. de. Evolução tectônica do Cráton do Guaporé comparada com a do escudo báltico. *Revista Brasileira de Geociências*, v. 4, n. 3, p. 191-204, set. 1974.
- ALMEIDA, F.F.M. de. Regimes tectônicos arqueanos na evolução proterozóica e mineralização do leste brasileiro. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, v.50, n. 4, p. 601-602, dez. 1978.
- ALMEIDA, F.M. de et al. Tectonic map of South America: 1:5.000.000. Explanatory note. Brasília: DNPM, 1978. 23p. il. 1 mapa color.
- ANAND, R.R.; BUTT, C.R.M. The terminology and classification of the deeply weathered regolith. Discussion paper. Australia: CSIRO Division of Exploration Geoscience. 1988.
- BATES, R.L. Geology of the industrial rocks and minerals. New York: Dover, 1969. 459p.
- BERNUCCI, L.B. et al. Pavimentação asfáltica: formação para engenheiros. Rio de Janeiro: PETROBRAS/ABEDA, 2008. 462p.
- BIZZI, L.A.; Schobbenhaus, C.; Vidotti, R.M.; Gonçalves, J.H. (Org.). Geologia, tectônica e recursos minerais do Brasil: texto, mapas e SIG. [Geology, Tectonics and Mineral Resources of Brazil: text, maps and GIS]. Brasília: CPRM, 2003. 673p.
- BRASIL. Departamento Nacional de Produção Mineral. Economia mineral do Brasil. Brasília: Cidade Gráfica e Editora, 2009. 764p. il.
- CAMPOS, E.E.; FRAZÃO, E.B.; CALAES, G.D.; HERRMANN, H. Agregados para a construção civil no Brasil: contribuições para formulação de políticas públicas. Belo Horizonte: CETEC, 2007. 233p.
- CIMINELLI, R.R. Recursos minerais industriais. In: BIZZI, L.A.; SCHOBHENHAUS, C.; VIDOTTI, R.M.; GONÇALVES, J.H. (Eds.). Geologia, tectônica e recursos minerais do Brasil: texto, mapas & SIG. Brasília: CPRM, 2003. Cap. 9, p. 503-540.
- COCHRANE, T.T.; COCHRANE, T.A. Diversity of the land resources in the Amazonian State of Rondônia, Brazil. *Acta Amazonica*, v.36, n.1, p. 91-102, 2006.
- COCHRANE, T.T.; COCHRANE, T.A. SIGTERON-Sistema de Informação Geográfica para os Terrenos e Solos do Estado de Rondônia, Brasil: user's manual. Porto Velho: Tecnosolo/DHV Consultants, 1998.
- EGGLETON, R.A. (Ed.). The regolith glossary: surficial geology, soils and landscapes. Australia: Cooperative Research Centre for Landscape Evolution and Mineral Exploration, 2001. 144p.
- ELLEMBERG, H.; MUELLER-DOMBOIS, D.A. Tentative physiognomic-ecological classification of plant formations of the earth. Zurich: Ber. Geobot. Inst. ETH, Zurich., 1965/66. Separata.
- FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE RONDÔNIA. Perfil econômico de Rondônia. Porto Velho, 2009. Disponível em: <<http://www.fiero.org.br/downloads/anexos/perfil>>. Acesso em: 15 fev. 2011.
- GÓMEZ OREA, D. Ordenacion del territorio. Una aproximación desde el médio físico. Madrid: Instituto Geológico y Minero de Espana, 1994. 238p.
- GONÇALVES, J.C.V.; MOREIRA, M.D.; BORGES, V.P. Materiais de construção civil na região metropolitana de Salvador. Salvador: CPRM, 2008. 53p. il. (Informe de Recursos Minerais. Série Rochas e Minerais Industriais, 2).
- HARBEN, P.W. The industrial minerals handbook: a guide to markets, specifications & prices. 2. ed. London: Metal Bulletin, 1995. 253p.
- IBGE. Manual técnico da vegetação brasileira. Rio de Janeiro: IBGE, 1992. 87p. il. (Manuais Técnicos em Geociências, 1).
- INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (Brasil). Projeto PRODES - Monitoramento da floresta amazônica brasileira por satélite. São José dos Campos, 2008. Disponível em: <<http://www.obt.inpe.br/prodes>>. Acesso em: 08 set. 2008.
- ISOTTA, C.A.L.; CARNEIRO, J.M.; KATO, H.T.; BARROS, R.J.L. Projeto Província Estanífera de Rondônia. Relatório Final. Porto Velho: DNPM/CPRM, 1978. 16 v. il.
- LUZ, A.B. da; LINS, F.A.F. (Eds.). Rochas e minerais industriais: usos e especificações. Rio de Janeiro: CETEM; MCT, 2005. 720p. il.
- MEHTA, P.K.; MONTEIRO, P.J.N. Concreto: estrutura, propriedades e materiais. São Paulo: PINI, 1994. 573p.
- OLIVEIRA, J.G.F. de; COSTA, M.L. Caracterização geológica de um perfil laterítico imaturo na região de Porto Velho-Rondônia. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA

- DA AMAZÔNIA, 9, 2006. Belém. Trabalhos Apresentados. Belém: SBG-Núcleo Norte, 2006. 1 CD-ROM.
- PAYOLLA, B.L. As rochas graníticas e sieníticas das cachoeiras Teotônio e Santo Antonio, rio Madeira, Porto Velho, Rondônia: geologia, petrografia e geoquímica. 1994. 145p. Dissertação (Mestrado em Geociências)-Instituto de Geociências, Universidade de Brasília, Brasília, 1994.
- QUADROS, M.L. do E.S.; RIZZOTTO, G.J.; MESQUITA, J.B. A origem dos lagos pantanosos situados à jusante da Cachoeira de Santo Antônio no Rio Madeira, Rondônia. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DA AMAZÔNIA, 11, 2009, Manaus. Resumos. Manaus: SBG-Núcleo Norte, 2009. 1 CD-ROM.
- QUADROS, M.L. do E.S.; RIZZOTTO, G.J.; OLIVEIRA, J.G.F. de; CASTRO, J.M.R. de. Depósitos fluviais da Formação Rio Madeira, pleistoceno superior da Bacia do Abunã, Rondônia. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DA AMAZÔNIA, 9, 2006, Belém. Trabalhos Apresentados. Belém: SBG-Núcleo Norte, 2006. 1 CD-ROM.
- RIZZOTTO, G.J.; CRUZ, N.M. da C.; OLIVEIRA, J.G.F. de; QUADROS, M.L. do E.S.; CASTRO, J.M.R. de. Paleoambiente e o registro fossilífero pleistocênico dos sedimentos da Formação Rio Madeira. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DA AMAZÔNIA, 9, 2006, Belém. Trabalhos Apresentados. Belém: SBG-Núcleo Norte, 2006. 1 CD-ROM.
- RIZZOTTO, G.J.; OLIVEIRA, J.G.F. de; QUADROS, M.L. do E. S.; CASTRO, J.M.R. de; CORDEIRO, A.V.; ADAMY, A.; MELO JUNIOR, H.R. de; DANTAS, M.E. Projeto Rio Madeira. Levantamento de informações para subsidiar o estudo de viabilidade do aproveitamento hidrelétrico (AHE) do Rio Madeira. AHE Jirau. Relatório Final. Porto Velho: CPRM, 2005. 295p. il., tab., mapas.
- SANTOS, P. de S. **Tecnologia de argilas, aplicadas as argilas brasileiras**. São Paulo, Edgard Blucher, Ed. da Universidade de São Paulo, 1975, 2v. il.
- SCANDOLARA, J.E. (Org.). Geologia e recursos minerais do Estado de Rondônia: texto explicativo e mapa geológico do Estado de Rondônia. Brasília: CPRM, 1999. 97p. Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil-PLGB.
- SERRA, S.H. Direitos minerários: formação, condicionamentos e extinção. São Paulo: Signus, 2000. 153p.
- SOUZA FILHO, P.W.M.; QUADROS, M.L. do E.S.; SCANDOLARA, J.E.; SILVA FILHO, E.P. da; REIS, M.R. Compartimentação morfoestrutural e evidências de atividade neotectônica no sistema fluvial Guaporé-Mamoré-Alto Madeira, Rondônia. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DA AMAZÔNIA, 6, 1999, Manaus. Boletim de Resumos Expandidos. Manaus: SBG-Núcleo Norte, 1999. p. 330-333.
- SOUZA, E.C. de; MARQUES, W.J. Granito porfiroblástico de Santo Antônio T.F. de Rondônia, Brasil. [s.l.]: CPRM, 1974. 21p.
- SOUZA, R. da S. Projeto Argilas de Porto Velho. Relatório da 1ª fase. Porto Velho: SUDECO/CPRM, 1978. 1v.
- VALVERDE, F.M.; TSUCHIYA, O.Y. Agregados para a construção civil no Brasil. Brasília: ANEPAC/Comissão de Serviços de Infraestrutura do Senado Federal, 2009. 40p.
- VELOSO, H.P.; RANGEL FILHO, A.L.R.; LIMA, J.C.A. Classificação da vegetação brasileira adaptada a um sistema universal. Rio de Janeiro: IBGE/Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, 1991 124p.

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-Meta-logenética, 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, Caracará, 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 Uraricaá - 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 Uraricoera - 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 Mucajaí - 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/Çaçapava 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/Çaçapava do Sul, Subárea Ibaré – Rio Grande do Sul, 2000.
- Nº 09 - Resultados da Prospecção para Ouro na Área RS-01 - Lavras do Sul/Çaçapava 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/Çaçapava 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/Çaçapava 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/Çaçapava do Sul, Subárea Cambaizinho - Rio Grande do Sul, 2001.
- Nº 14 - Resultados da Prospecção para Ouro na Área RS-01 - Lavras do Sul/Çaçapava 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/Çaçapava 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 Minerações Associadas à Plataforma Bambuí no Sudeste do Estado do Tocantins (TO) – Goiânia, 2012.

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.

SÉRIE OPORTUNIDADES MINERAIS

- 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.

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 – Rio de Janeiro, 2011.

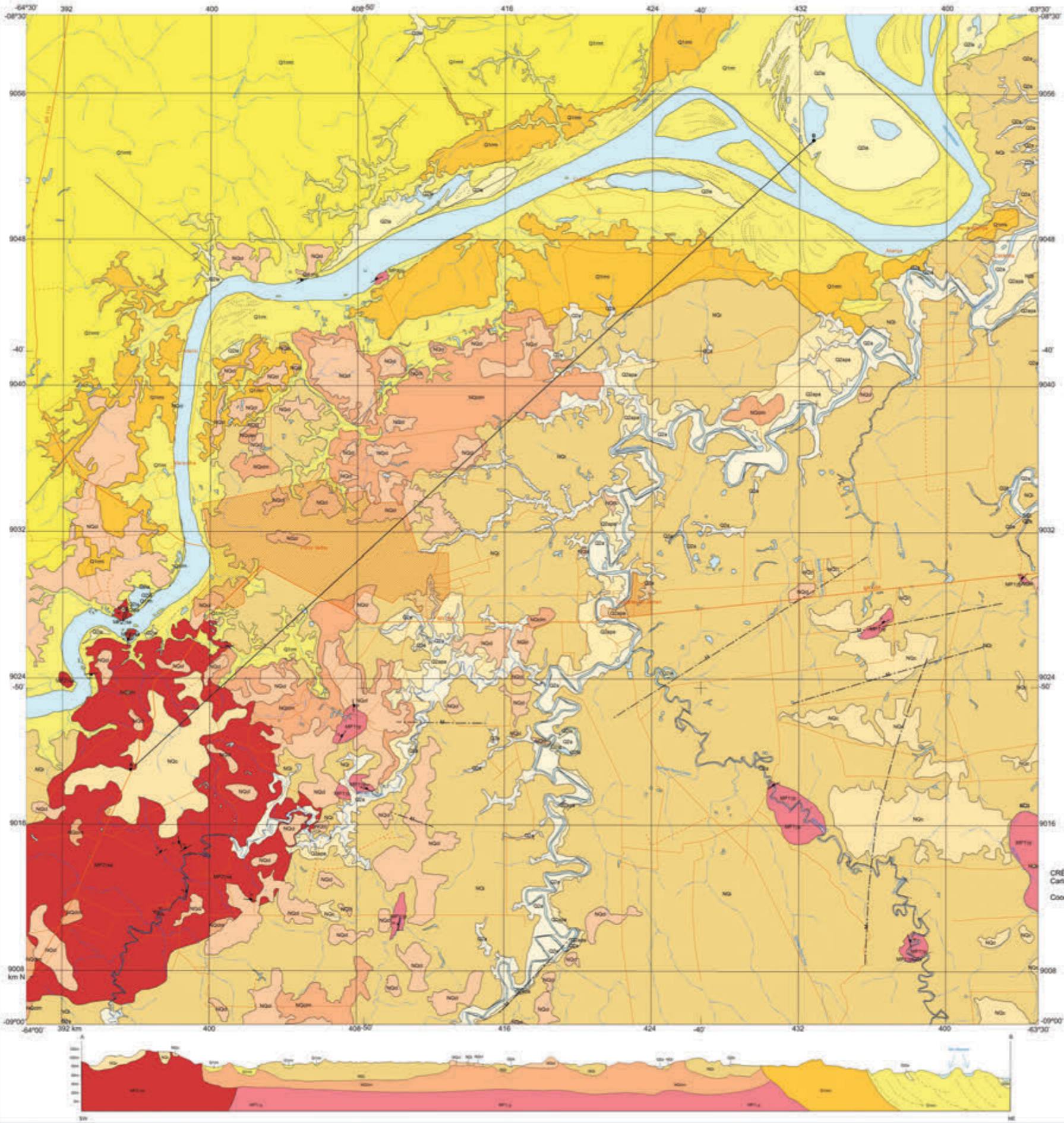
ANEXO I

MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO CIVIL DA FOLHA PORTO VELHO

CARTA GEOLÓGICA

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

PROGRAMA GEOLOGIA DO BRASIL
PROJETO MATERIAIS PARA CONSTRUÇÃO
CIVIL DA FOLHA PORTO VELHO
CARTA GEOLÓGICA

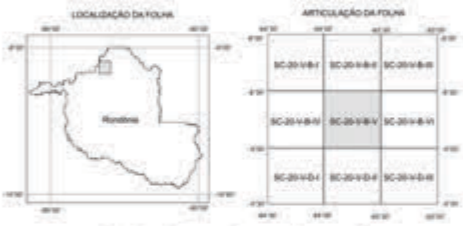


COLUNA LITOESTRATIGRÁFICA				
ÉON ERA PERÍODO (ÉPOCA)	Inf. (anos)			
FANEROZÓICO	QUATERNÁRIO	Presente	Q2a Sedimentos Aluvionares (a): depósitos arenosos, siltosos, argilosos, com níveis de cascalho. Ambiente fluvial.	Q2la Depósitos Lacustres (la): depósito flúvio-lacustre composto por sedimentos arenosos, areno-argilosos, siltosos e argilosos relacionados às planícies de inundação.
		Presente	Q2ap Planícies fluviais (apa): sedimentos inconsolidados formando depósitos de cascalho, areia, silte e argila em planície aluvial.	
		Presente	NG Cobertura Sedimentar Indiferenciada (I): depósitos de areia, silte, argila e cascalho, restos de materiais lateríticos (horizontes mosqueado e argiloso, além de restos de crosta laterítica ferruginosa); sedimentos aluvionares, colúvionares e eluvionares indiferenciados, recobertos por solos indiscriminados.	
		Presente	NGc Depósitos Colúvio-Eluviais (c): composto por sedimentos inconsolidados e fragmentos de crosta laterítica, acumulados em antigas partes baixas e transportados por gravidade.	
	NEÓGENO	Presente	Formação Rio Madeira	
		Presente	Fácies depósitos atuais e subatuais (rm): sedimentos conglomeráticos e arenosos de granulometria grossa, mal selecionados, estratificados, intensamente ferruginizados, além de argilas maciças a laminadas com restos de vegetais.	
	MIOCENO	Presente	Fácies planícies de inundação (rm): barra de canal, planície de inundação, e depósitos lacustres, sedimentos inconsolidados de natureza argilo-arenosa a areno-argilosa, com intemperismo pronunciado.	
		Presente	Fácies terraço fluvial (rm): paleo-drenagem com sedimentos essencialmente areno-argiloso a areno-siltoso, de coloração esbranquiçada.	
	DISCORDÂNCIA	23.03	Perfil de Intemperismo	
		23.03	Crosta Laterítica (tl): horizonte reggítico endurecido, ocorrendo na superfície ou como camada na porção superior do reggito. Crosta nodular, pisolítica, e colunar, contendo goethita e hematita.	
PROTEROZÓICO	MESOPROTEROZÓICO	ECTASIANO	GRANITÓIDES TARDI A PÓS-OROGÊNICOS	
			1358 Ma U-Pb	1408 Ma U-Pb
CALUMANO	1800	GRANITÓIDES PÓS-OROGÊNICOS A ANOROGÊNICOS		
		1532-1573 Ma U-Pb	1330 Ma U-Pb	

Notas: Idade em Ma (milhões de anos), U-Pb (método geocronológico urânio-chumbo)
Valores de datações radiométricas em cor vermelha indicam idades de cristalização, em verde idades de metamorfismo
Limite diagonal entre caixa não identifica empilhamento litostratigráfico
Limite horizontal entre caixa identifica empilhamento litostratigráfico

- foliação mionítica com mergulho indicado
- fratura/junta com mergulho medido
- veios de quartzo
- localidade
- cidade
- massa de água
- lineamentos estruturais
- linhas de acreção lateral
- falhas interpretadas pela magnetometria
- auto estrada
- caminho
- estrada não pavimentada
- curso de água intermitente
- curso de água perene

CRÉDITO:
Carlos Eduardo Santos de Oliveira (Responsável Técnico)
Coordenação Técnica Regional: Anderson Alves de Souza



ESCALA GRÁFICA

PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR
Origem da gustometragem UTM: equador e Meridiano Central 64° W Greenwich
acrescidas as constantes: 10.000 Km e 500 Km, respectivamente.
Datum horizontal: WGS84

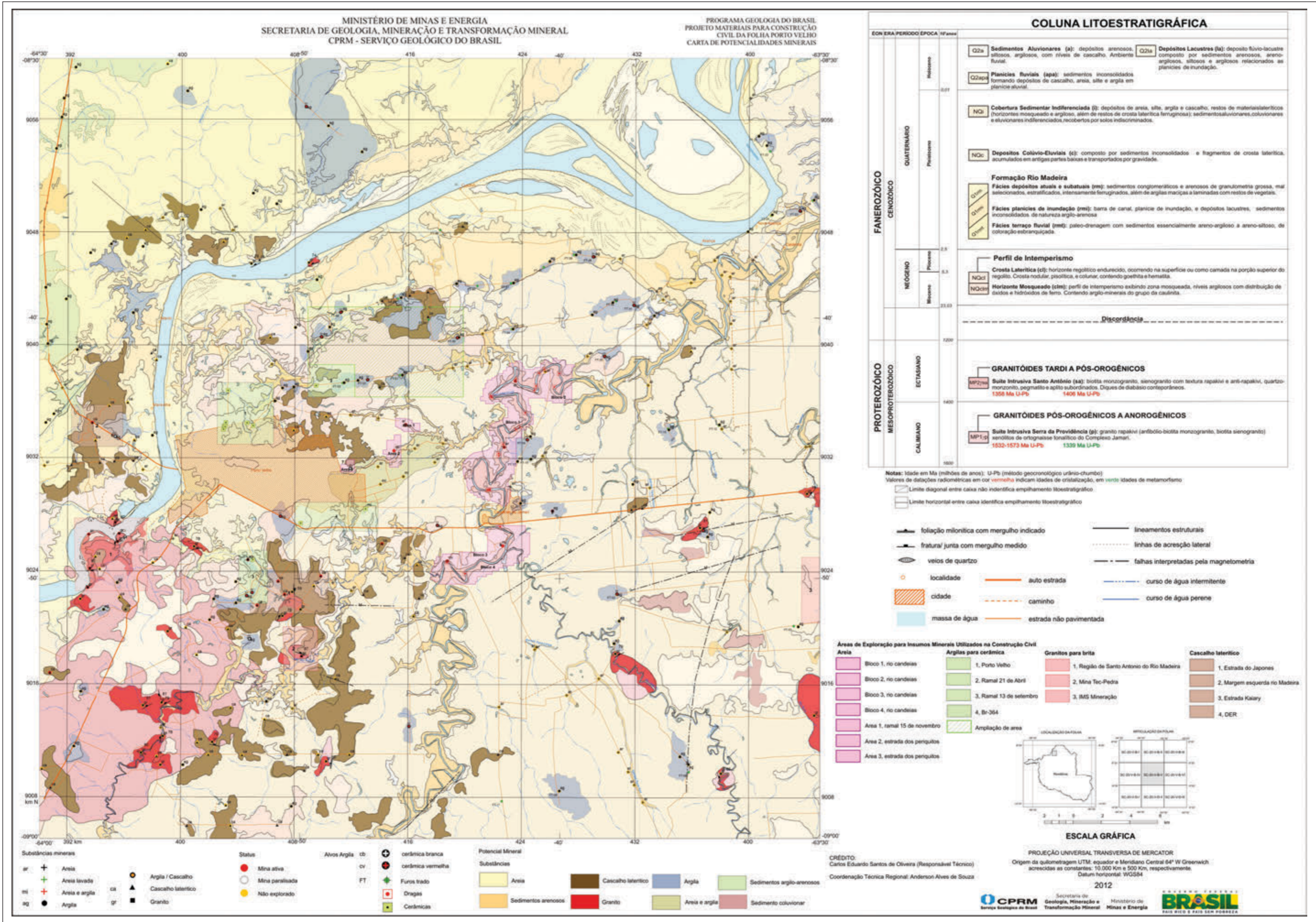
2012



ANEXO II

MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO CIVIL DA FOLHA PORTO VELHO

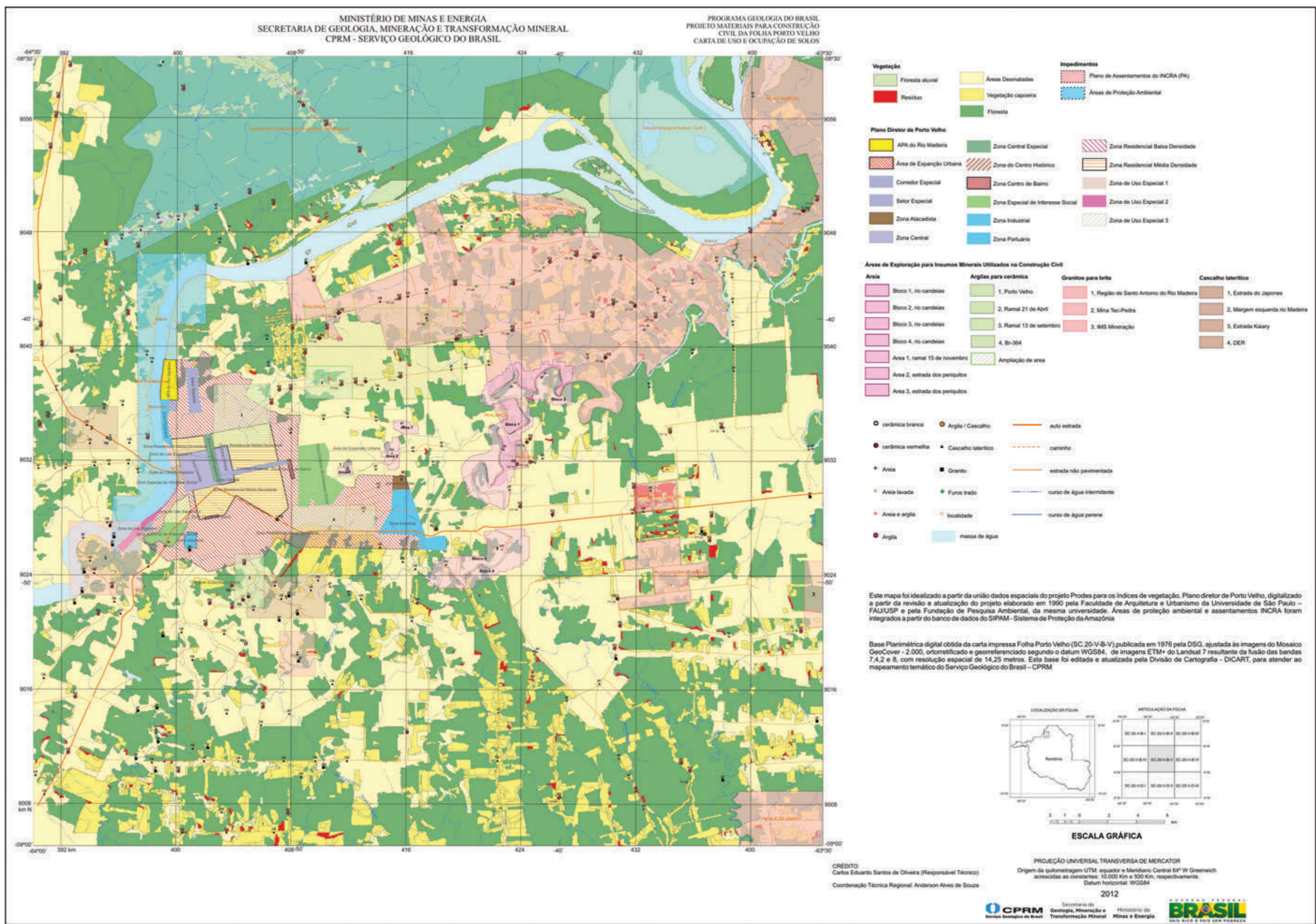
CARTA DE POTENCIALIDADES MINERAIS



ANEXO III

MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO CIVIL DA FOLHA PORTO VELHO

CARTA DE USO DE OCUPAÇÃO DE SOLOS





INFORME DE RECURSOS MINERAIS

PROGRAMA GEOLOGIA DO BRASIL

Série Rochas e Minerais Industriais, nº 10

Insumos Minerais para a Construção Civil

PROJETO MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO CIVIL DA FOLHA PORTO VELHO

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 relatório apresenta, além de cartografia específica, um abrangente diagnóstico do setor mineral, com destaque para aspectos como exploração, produção, oferta e demanda, com o objetivo de estimular a instalação de novos empreendimentos mineiros na área. Ao levantar dados que permitem ampliar essa atividade de forma sustentável, fornece subsídios para a formulação de políticas públicas, bem como minimizar o impacto ambiental que a atividade poderá provocar.

A execução do projeto ocorre no momento em que se observa tendência para o crescimento exponencial da demanda por matérias-primas minerais utilizadas na construção civil no estado de Rondônia. A área alvo desse projeto tomou como base a folha Porto Velho (SC.20-V-B-V), abrangendo parte dos municípios de Porto Velho e Candeias do Jamari, em razão, do forte impacto da expansão urbana, consequência do crescimento econômico e social da região.

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

**FOLHA PORTO VELHO – SC.20-V-B-V – Carta Internacional do Brasil ao Milionésimo*

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: 61 2192-8269 - Fax: 61 3225-3985

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 3878-0382
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

www.cprm.gov.br