

República Federativa do Brasil  
Ministério das Minas e Energia  
Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral  
CPRM – Serviço Geológico do Brasil  
Diretoria de Geologia e Recursos Minerais  
Departamento de Recursos Minerais  
Divisão de Minerais e Rochas Industriais

**SÉRIE ROCHAS E MINERAIS INDUSTRIAIS**

**PROJETO MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO NA ÁREA MANACAPURU –  
IRANDUBA – MANAUS – CAREIRO (DOMÍNIO BAIXO SOLIMÕES)**

*Raimundo de Jesus Gato D'Antona  
Nelson Joaquim Reis  
Maria Adelaide Mancini Maia  
Sebastião Ferreira Rosa  
Daniel Borges Nava*

## **EQUIPE TÉCNICA**

*Norma Maria da Costa Cruz*  
Divisão de Paleontologia – DIPALE

*Ivens de Araújo Brito*  
Consultor socioeconômico da SUFRAMA

*Nelson Joaquim Reis*  
Gerente de Geologia e Recursos Minerais

*Raimundo de Jesus Gato D'Antona*  
Supervisão de Avaliação de Recursos Minerais

Amaro Luis Ferreira  
*Supervisão de Geoprocessamento*

*Raimundo de Jesus Gato D'Antona*  
Chefe do Projeto

*Raimundo de Jesus Gato D'Antona e Nelson Joaquim Reis*  
Organização do Texto

Maria Tereza da Costa Dias  
Editoração, Diagramação e confecção de CD em flash – GERID-MA

### **Informe de Recursos Minerais, Série Rochas e Minerais Industriais**

P964p Projeto materiais de construção na área Manacapuru – Iranduba – Manaus – Careiro: domínio Baixo Solimões / Raimundo de Jesus Gato D'Antona... [et al.]. – Manaus: CPRM – Serviço Geológico do Brasil, 2007.  
185p.: il.; 30cm + 1 mapa colorido. – (Informe de Recursos Minerais. Rochas e Minerais Industriais; 1).

1 mapa de integração geológico-morfológico na escala 1: 250.000

1. Geologia Econômica – Amazonas. 2. Economia Mineral – Amazonas. 3. Materiais de Construção. I. D'Antona, Raimundo de Jesus Gato. II. Série.

CDD 553.9811

## CRÉDITOS DE AUTORIA

### 1 - INTRODUÇÃO

**Raimundo de Jesus Gato D'Antona & Nelson Joaquim Reis**

### 2 – DESENVOLVIMENTO DO ESTUDO

**Raimundo de Jesus Gato D'Antona & Nelson Joaquim Reis**

### 3 – LOCALIZAÇÃO E ACESSO

**Raimundo de Jesus Gato D'Antona**

### 4 – ASPECTOS SÓCIO-ECONÔMICOS DA ÁREA DE ESTUDO

**Raimundo de Jesus Gato D'Antona & Ivens de Araújo Brito**

### 5 – ASPECTOS FISIAGRÁFICOS

**Raimundo de Jesus Gato D'Antona & Sebastião Ferreira Rosa Filho**

### 6 – GEOMORFOLOGIA

**Maria Adelaide Mancini Maia**

### 7 – GEOLOGIA

**Nelson Joaquim Reis & Raimundo de Jesus Gato D'Antona**

### 8 – DEPÓSITOS DE INSUMOS MINERAIS PARA CONSTRUÇÃO CIVIL

**Raimundo de Jesus Gato D'Antona & Nelson Joaquim Reis**

### 9 – CARACTERIZAÇÃO TECNOLÓGICA DOS MATERIAIS CERÂMICO

**Raimundo de Jesus Gato D'Antona & Nelson Joaquim Reis**

### 10 – CARACTERÍSTICAS DAS LAVRAS DE ARGILA

**Raimundo de Jesus Gato D'Antona & Nelson Joaquim Reis**

### 11 – ASPECTOS DA LEGISLAÇÃO MINERAL E AMBIENTAL

**Raimundo de Jesus Gato D'Antona & Nelson Joaquim Reis**

### 12 – DIAGNÓSTICO SOCIOECONÔMICO DO SETOR CERÂMICO

**Ivens de Araújo Brito & Raimundo de Jesus Gato D'Antona**

### 13 – ASPECTOS AMBIENTAIS E SUBSÍDIOS À GESTÃO TERRITORIAL

**Daniel Borges Nava & Raimundo de Jesus Gato D'Antona**

### 14 – CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

**Raimundo de Jesus Gato D'Antona**

### 15 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

**Raimundo de Jesus Gato D'Antona**

### 16 – DADOS FÍSICOS DE PRODUÇÃO

**Raimundo de Jesus Gato D'Antona**

## **Apresentação**

---

O Informe de Recursos Minerais objetiva sistematizar e divulgar os resultados das atividades técnicas da CPRM nos campos da geologia econômica, prospecção, pesquisa e economia mineral. Tais resultados são apresentados em diversos tipos de mapas, artigos bibliográficos, relatórios e estudos.

Em função dos temas abordados são distinguidas oito séries de publicações, abaixo relacionadas, cujas listagens são apresentadas ao fim deste Informe:

- 1) Série Metais do Grupo da Platina e Associados;
- 2) Série Mapas Temáticos do Ouro, escala 1:250.000;
- 3) Série Ouro - Informes Gerais;
- 4) Série Insumos Minerais para Agricultura;
- 5) Série Pedras Preciosas;
- 6) Série Economia Mineral;
- 7) Série Oportunidades Minerais - Exame Atualizado de Projeto;
- 8) Série Diversos;
- 9) Série Rochas e Minerais Industriais;
- 10) Série Metais - Informes Gerais.

A aquisição de exemplares deste Informe poderá ser efetuada diretamente na Superintendência Regional de Manaus ou na Divisão de Documentação Técnica, no Rio de Janeiro. Os endereços e e-mails correspondentes estão listados na contracapa.

---

RESUMO

ABSTRACT

APRESENTAÇÃO

1 – INTRODUÇÃO .....	01
2 – DESENVOLVIMENTO DO ESTUDO .....	03
2.1 – Planejamento .....	03
2.2 – Levantamento e Consistência de Dados .....	03
2.3 – Atividades de Campo .....	03
2.4 – Procedimentos Analíticos .....	04
3 – LOCALIZAÇÃO E ACESSO .....	05
4 – ASPECTOS SÓCIO-ECONÔMICOS DA ÁREA DE ESTUDO .....	08
4.1 – Infra-Estrutura Econômica .....	10
4.1.1 – Transporte .....	10
4.1.2 – Energia Elétrica .....	12
4.1.3 – Gás Natural .....	12
4.1.4 – Comunicação .....	12
4.2 – A Importância Social e Econômica da Indústria Oleiro-cerâmica para a Região .....	12
5 – ASPECTOS FISIAGRÁFICOS .....	15
5.1 – Clima .....	15
5.2 – Relevo .....	17
5.3 – Vegetação .....	18
6 – GEOMORFOLOGIA .....	21
6.1 – Introdução .....	21
6.2 – Contexto Geomorfológico Regional .....	21
6.3 – Compartimentação Geomorfológica .....	22
6.3.1 – Planície Fluvial Amazônica .....	22
6.3.1.1 – Planície Fluvial e Flúvio-lacustre Indivisa (Apf/Apfl) – Aluviões Recentes (Nh1) ...	22
6.3.1.2 – Planície Fluvial e Terraços Indivisos (Apf/Dtf) – Terraços (Nh2) .....	25
6.3.2 – Superfícies Tabulares e Colinosas .....	25
6.3.2.1 – Interflúvios Tabulares (Dt 12) – Formação Alter do Chão (morfofounidade Kac IV) .	26
6.3.2.2 – Interflúvios Tabulares (Dt 13) – Formação Alter do Chão (morfofounidade Kac III) ..	27
6.3.2.3 – Colinas Tabulares (Dc 13) – Formação Alter do Chão (morfofounidade Kac II) .....	28
6.3.2.4 – Interflúvios Tabulares (Dt 23) – Formação Alter do Chão (morfofounidade Kac I) ....	28

---

---

7 – GEOLOGIA .....	30
7.1 – Geologia Regional .....	30
7.2 – Geologia da Área de Estudo .....	32
7.2.1 – Formação Alter do Chão (morfofounidade Kac I) .....	33
7.2.2 – Formação Alter do Chão (morfofounidade Kac II) .....	35
7.2.3 – Formação Alter do Chão (morfofounidade Kac III) .....	39
7.2.4 – Formação Alter do Chão (morfofounidade Kac IV) .....	41
7.2.5 – Planícies Aluviais mais antigas – Nh2 .....	42
7.2.6 – Aluviões Recentes – Nh1 .....	44
8 – DEPÓSITOS DE INSUMOS MINERAIS PARA CONSTRUÇÃO CIVIL .....	46
8.1 – Depósitos Formacionais .....	46
8.2 – Depósitos Residuais ou de Alteração .....	46
8.3 – Depósitos Aluviais ou de Várzeas .....	47
8.4 – Informações Básicas para Prospecção e Exploração de Argilas para Cerâmica Vermelha e Branca .....	47
8.4.1 – Argilas para Cerâmica Vermelha .....	47
8.4.1.1 – Argilas residuais .....	47
8.4.1.2 – Argilas transportadas .....	48
8.4.2 – Argilas para Cerâmica Branca e Caulim .....	48
8.5 – Potencialidade para Depósitos de Argila Transportada .....	49
8.6 – Potencialidade para Depósitos de Argila Residual .....	49
8.7 – Potencialidade para os Depósitos de Piçarra, Areia e Brita .....	56
9 – CARACTERIZAÇÃO TECNOLÓGICA DOS MATERIAIS CERÂMICOS .....	61
9.1 – Características e Qualidades das Argilas .....	61
9.2 – Resultados de Análises Laboratoriais de Amostras <i>in Natura</i> de Argila .....	62
9.2.1 – Difractometria de Raios-X (DRX) .....	62
9.2.2 – Análises Granulométricas .....	64
9.2.3 – Análises Químicas .....	67
9.2.4 – Ensaio Tecnológicos .....	75
9.2.5 – Outras Análises .....	77
9.2.5.1 – Petrografia .....	77
9.2.5.2 – Palinologia .....	78
10 – CARACTERÍSTICAS DAS LAVRAS DE ARGILA .....	79
11 – ASPECTOS DA LEGISLAÇÃO MINERAL E AMBIENTAL .....	82
11.1 – Legislação Mineral .....	82
11.2 – Legislação Ambiental .....	83
11.3 – Recuperação Ambiental .....	85
11.4 – Direitos Minerários na Região do Estudo .....	86
12 – DIAGNÓSTICO SOCIOECONÔMICO DO SETOR CERÂMICO .....	92

---

---

12.1 – Metodologia .....	92
12.2 – Histórico do Setor Oleiro-cerâmico da Região .....	92
12.3 – Principais Produtos de Cerâmica Vermelha .....	93
12.3.1 – Blocos Cerâmicos .....	94
12.3.2 – Telhas Cerâmicas .....	95
12.3.3 – Cerâmica Artística .....	96
12.4 – O Mercado .....	97
12.4.1 – Blocos Cerâmicos .....	97
12.4.2 – Telhas .....	98
12.4.3 – Estímulos Fiscal e Financeiro .....	99
12.5 – Estrutura das Empresas e do Setor Cerâmico da Região .....	99
12.5.1 – Estrutura das Empresas .....	99
12.5.2 – Estrutura do Setor .....	101
12.5.3 – Nível de Produção .....	101
12.6 – Processo Produtivo Empregado na Região .....	101
12.6.1 – Extração de Argila .....	102
12.6.2 – Preparação da Massa Cerâmica .....	104
12.6.2.1 – Sazonamento .....	104
12.6.2.2 – Mistura .....	106
12.6.2.3 – Homogeneização.....	106
12.6.3 – Conformação .....	106
12.6.4 – Tratamento Térmico .....	109
12.6.5 – Acabamento .....	109
12.6.6 – Expedição .....	112
12.6.7 – Perda no Processo Produtivo .....	112
12.6.8 – Consumo de energia elétrica .....	112
12.7 – Custos da Indústria Cerâmica da Região .....	115
12.8 – Caracterização dos Pólos Cerâmicos das Regiões: Manacapuru – Iranduba, Manaus e Careiro da Várzea – Manaquiri – Careiro do Castanho .....	115
12.8.1 – Região Manacapuru – Iranduba .....	115
12.8.1.1 – Pólo Cerâmico Cacau-Pirêra .....	116
12.8.1.2 – Pólo Cerâmico Ariáú .....	119
12.8.1.3 – Pólo Cerâmico Iranduba .....	123
12.8.2 – Região de Manaus .....	124
12.8.2.1 – Olarias .....	124
12.8.2.2 – Cerâmica Artística .....	125
12.8.3 – Região Careiro da Várzea – Manaquiri – Careiro do Castanho .....	126
13 – ASPECTOS AMBIENTAIS E SUBSÍDIOS A GESTÃO TERRITORIAL .....	128
13.1 – Introdução .....	128
13.2 – Aspectos Ambientais Relacionados à Lavra .....	128
13.3 – Aspectos Ambientais Relacionados à Indústria Cerâmica .....	129
13.4 – Implicações na Transformação da Matriz Energética nas Indústrias Cerâmicas .....	131
13.4.1 – O Gás Natural (GN) .....	131
13.4.2 – Gasoduto Coari – Manaus .....	132
13.4.3 – Implicações para o Uso do Gás Natural pelo Setor Cerâmico da Região .....	132
13.5 – Subsídios à Gestão Territorial da Área do Estudo .....	135
13.6 – Programas de Recuperação e Uso Futuro das Áreas Lavradas .....	138

---

---

13.7 – Desenvolvimento Sustentável da Indústria Cerâmica .....	139
13.8 – Ações Futuras - Programas de Desenvolvimento e Detalhamento .....	142
14 – CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES .....	145
14.1 – Conclusões .....	145
14.1.1 – Sobre o Estudo Geológico e dos Recursos Minerais .....	145
14.1.2 – Sobre o Perfil do Setor Oleiro-cerâmico .....	146
14.1.3 – Sobre o Processo Produtivo da Indústria Cerâmica .....	147
14.1.4 – Sobre a Socioeconomia e o Mercado do Setor Cerâmico .....	148
14.1.5 – Sobre a Legalização da Exploração das Matérias-primas .....	149
14.2 – Cenários .....	150
14.2.1 – Para a Infra-estrutura .....	150
14.2.2 – Para o Meio Ambiente .....	150
14.2.3 – Para a Indústria .....	151
14.2.4 – Para a Socioeconomia .....	151
14.2.5 – Cenários em Função da Portaria 127 do INMETRO .....	151
14.3 – Recomendações .....	152
14.3.1 – Necessidades do Setor Cerâmico .....	152
14.3.2 – Ações a Serem Tomadas para Melhorar o Desempenho e Competitividade do Setor Cerâmico .....	153
14.3.3 – Para Infra-estrutura .....	153
14.3.4 – Para o Meio Ambiente .....	154
14.3.5 – Para a Indústria .....	154
14.3.6 – Para a Região .....	154
15 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	155
16 – DADOS FÍSICOS DE PRODUÇÃO .....	162
17 – AGRADECIMENTOS .....	163

## **RELAÇÃO DE ANEXOS**

Anexo I – Mapa de Integração Geológico - Geomorfológico na escala de 1:250.000

Anexo II – Glossário de Termos Cerâmicos

Anexo III – Questionários

Anexo IV – Tabelas

Tabela 9.2 – Relação das Amostras Analisadas.

Tabela 9.3 – Resultados de Análise Granulométrica.

Tabela 9.5 – Resultados de Análise Química de Óxidos.

Tabela 9.6a – Resultados de Análise Química de Elementos Traço.

Tabela 9.6b – Resultados de Análise Química de Elementos Traço.

Tabela 9.7 – Ensaio Cerâmicos Preliminares.

Tabela 9.12 – Resultados de Análises Palinológicas.

---



---

## Relação de Figuras e Tabelas

---

### Relação de Figuras

Figura 3.1 – Área de localização do Projeto e articulação em folhas 1:250.000.

Figura 3.2 – Balsa do tipo *ferry-boat* que interliga os portos de São Raimundo e Cacau-Pirêra.

Figura 3.3 – Principais rodovias da região.

Figura 4.1 – Regiões do estudo com limites tracejado em preto.

Figura 4.2 – Gráficos demonstrativos dos setores econômicos das distintas regiões na área do estudo (Fonte: IBGE – PIB dos Municípios em 2002).

Figura 4.3 – Sistema de travessia através de balsas do tipo *ferry-boat*. Portos de embarque e desembarque (São Raimundo, Cacau-Pirêra, CEASA e Careiro da Várzea).

Figura 4.4 – Localização dos pólos oleiro-cerâmicos: 1-Cacau-Pirêra, 2-Iranduba e 3-Ariáú (círculos englobando as unidades fabris representadas por quadrados vermelhos); dos portos das balsas - terminais hidroviários para *ferry-boat* (triângulos amarelos); e traçado planejado do gasoduto Coari-Manaus (linha em azul).

Figura 4.5 – Esquema da Cadeia Produtiva da Indústria Oleiro-cerâmica da Região. Fonte: CPRM (este estudo).

Figura 5.1 – Hietograma de precipitação pluviométrica para as regiões de Manaus e Manacapuru - médias mensais no período de registro (Fonte: CPRM – Manaus).

Figura 5.2 – Diagrama de Precipitação, Umidade e Temperatura Médias em Manaus. (Fonte: INMET 2005).

Figura 5.3 – Diagrama de Evaporação, Umidade e Insolação Médias em Manaus (Fonte: INMET 2005).

Figura 5.4 – Platôs formados por rochas sedimentares da Formação Alter do Chão.

Figura 5.5 – Planícies formadas pela acumulação de sedimentos aluvionares.

Figura 5.6 – Formações florestais.

Figura 5.7 – Áreas com vegetação primitiva, secundária e de solo exposto. (Elaborada pelo setor de geoprocessamento da Superintendência Regional de Manaus - SUREG-MA do SGB/CPRM).

Figura 6.1 – Domínios Morfoesculturais da área do estudo.

Figura 6.2 – Unidades de relevo.

Figura 6.3 – Planícies fluviais - Aluviões Recentes (Nh1).

Figura 6.4 – Planícies fluviais - Terraços (Nh2).

Figura 6.5 – Superfície plana a levemente ondulada, com concentração de areia formando montículos de até 1 metro de altura, bastante característico da unidade Dt 12 – Interflúvios Tabulares. Aparece com freqüência zonas alagadiças. BR-319 no trecho da morfounidade Kac IV.

Figura 6.6 – Superfície plana a levemente ondulada que caracteriza a unidade Dt 12 – Interflúvios tabulares. Local: BR-319 no trecho da morfounidade Kac IV.

---

---

Figura 6.7 – Zonas alagadiças da unidade Dt 12 – Interflúvios tabulares. Local: Início da AM-250 (Autazes).

Figura 6.8 – Interflúvios Tabulares - Formação Alter do Chão (morfofounidade Kac III).

Figura 6.9 – Colinas de topo tabular que em corte revelam espessos perfis lateríticos. Formação Alter do Chão (morfofounidade Kac II). Local: AM-352 (Manairão).

Figura 6.10 – *Fronts* escarpados de recuo de falhas desenvolvidos em trechos ao longo do rio Negro. Feição típica desta unidade (morfofounidade Kac I) identificada em diversos trechos ao longo do rio. Local: Porto do Ceasa.

Figura 7.1 – Situação da Bacia Amazônica: verde – Acre; amarelo – Solimões; azul - Amazonas (Eiras, 2005)

Figura 7.2 – Vista aérea da área do Tropical Hotel, margem esquerda do rio Negro, onde afloram arenitos róseos e silicificados da Formação Alter do Chão.

Figura 7.3 – Vista aérea da orla fluvial esquerda do rio Negro, onde aparecem barrancos com dezenas de metros de espessura e que representam perfis de alteração da Formação Alter do Chão (Kac I).

Figura 7.4 – **(A)** Afloramento da Formação Alter do Chão (morfofounidade Kac II) – km 16 da AM-352; **(B)** Detalhe do arenito amarronzado a amarelado; **(C)** Detalhe do nível de caulim; **(D)** Detalhe do set arenítico conglomerático, amarronzado.

Figura 7.5 – Areais nos primeiros quilômetros da AM-352 (morfofounidade Kac II).

Figura 7.6 – Perfis de alteração na AM-070 (morfofounidade Kac II): **(A)** nível de canga laterítica; **(B)** nível de piçarra no topo; em **(C)** e **(D)** a crosta laterítica apresenta-se em processo de desmantelamento.

Figura 7.7 – **(A)** Antiga exploração de brita desenvolvida sobre a fácies “Arenito Manaus” no baixo curso do igarapé Cachoeira no Município de Iranduba (morfofounidade Kac II); **(B)** Brita de arenito silicificado; **(C)** Detalhe do nível de arenito silicificado (na base); **(D)** Capeamento estéril de 1,50m de arenito argiloso alterado, friável sobre o arenito silicificado.

Figura 7.8 – Km 12 da AM-254. (morfofounidade Kac II). **(A)** Local de exploração de areia a partir de arenito alterado. **(B)** Camada de piçarra com até 1,0 m de espessura recoberta por latossolo amarelado.

Figura 7.9 – Arenitos médios a caulínicos, Km 27 da AM-254 (morfofounidade Kac II).

Figura 7.10 – Perfil laterítico no igarapé Calafati, próximo da sede municipal do Careiro do Castanho (morfofounidade Kac III). **(A)** Horizonte de crosta maciça **(B)** Crosta porosa **(C)** Base do nível laterítico **(D)** Nível de piçarra recoberto por latossolo na parte superior do pacote laterítico **(E)** Afloramento de argila de alteração mosqueada na AM-354 (morfofounidade Kac III).

Figura 7.11 – **(A)** Afloramento de sedimento siltico silicoso acinzentado sobre argilas mosqueadas da Formação Alter do Chão (Careiro do Castanho); **(B)** Material explorado para mistura asfáltica em pavimentação de estradas.

Figura 7.12 – Afloramentos de argila residual mosqueada (morfofounidade Kac IV): **(A)** Aspecto da morfologia Kac IV na BR-319; **(B)** Local de extração de argila para aterro de estrada na BR-319; **(C)** Detalhe do contato do “Arenito Manaus” (silicificado) com o nível de argila residual – Ponta do Brito; **(D)** Detalhe do horizonte argiloso mosqueado – Porto do Brito.

Figura 7.13 – Planície aluvial Nh2 **(A)** BR- 319; **(B)** Paraná Curuçá, BR-319.

---

---

Figura 7.14 – Aluviões Recentes – Nh1: Em **(A)**, **(B)** e **(C)** sedimentos essencialmente argilosos relacionados ao Rio Solimões; Em **(D)**, **(E)** e **(F)** sedimentos essencialmente arenosos relacionados ao Rio Negro.

Figura 8.1 – Depósitos do tipo residual de origem intempérica nos diversos horizontes de um perfil de alteração em rochas sedimentares da Formação Alter do Chão. **(A)** Crosta laterítica maciça (sede de Iranduba); **(B)** Crosta laterítica desmantelada (piçarreira próxima a sede de Manacapuru); **(C)** Passagem do nível laterítico para o mosqueado (Paraná do Ariaú); **(D)** Horizonte argiloso mosqueado (Cacau-Pirêra); **(E)** Nível arenoso caulínico próximo a zona saprolítica (AM-352 – Manairão); **(F)** Quartzito arenito, rocha-mãe (AM-352 – Manairão); **(G e H)** Arenitos friáveis que originaram areais na AM-070 (proximidades de Manacapuru); **(I e J)** Níveis de argila caulínica (AM-352 – Manairão); **(K e L)** Intercalação de níveis de arenito silicificado e arenito alterado (Praia do Passarinho – Rio Negro) **(M e N)** Exposição do “Arenito Manaus”, silicificado em contato com argila residual, zona mosqueada no perfil de alteração, utilizada pelo pólo oleiro de tijolos de Cacau-Pirêra. Local – Porto do Brito.

Figura 8.2 – Local de exploração de areia a partir de arenito intemperizado. No topo latossolo com nível de piçarra.

Figura 9.1 – Classificação dos sedimentos com base na granulometria (Diagrama de Shepard, 1954).

Figura 9.2 – Disposição das amostras analisadas no diagrama granulométrico de Winkler adaptado por Placidelli, S. & Melchades, F.G. (1997).

Figura 9.3 – Distribuição das amostras analisadas no diagrama de Bourman & Ollier (2002).

Figura 9.4 – Distribuição das amostras analisadas no diagrama de de Herron (1988).

Figura 9.5 – Distribuição das amostras analisadas no diagrama  $Al_2O_3 \times SiO_2$ , mostrando campos bem distintos para argilas aluvionares, para as residuais e para as residuais caulínicas.

Figura 9.6 – Distribuição das amostras analisadas no diagrama  $TiO_2 \times MgO \times K_2O$ , mostrando campos bem distintos para argilas aluvionares, para as residuais e para as residuais caulínicas.

Figura 9.7 – Distribuição das amostras analisadas em diagramas de óxidos alcalinos e alcalinos terrosos versus  $Al_2O_3$  ou  $SiO_2$ , mostrando campos bem distintos para argilas aluvionares, para as residuais e para as residuais caulínicas.

Figura 9.8 – Distribuição analítica de alguns elementos-traço em argilas aluvionares e residuais. Os teores de Zn, Ni, Cu, Co, Ba, Rb, Sr e Cd são relativamente mais elevados nas argilas aluvionares enquanto que os teores de Zr e Hf diminuem das argilas residuais para as aluvionares.

Figura 10.1 – Período ideal para lavra assinalado no gráfico de Cotograma X Hietograma. As cotas de referência são de níveis arbitrários (Fonte: CPRM – Manaus).

Figura 11.1 – Direitos Minerários na região do Pólo Cerâmico Cacau-Pirêra, município de Iranduba.

Figura 11.2 – Direitos Minerários na região do Pólo Cerâmico Ariaú, município de Manacapuru.

Figura 11.3 – Direitos Minerários na região do Pólo Cerâmico Iranduba, município de Iranduba.

Figura 12.1 – **(A)** Tijolo de oito furos; **(B)** Blocos estruturais.

Figura 12.2 – **(A)** Tijolo maciço; **(B)** Bloco estrutural; **(C)** Tijolo para laje; **(D)** Cumeeira de muro.

Figura 12.3 – Telhas do tipo capa e canal de capa e canal: **(A)** Colonial ou Paulista; e **(B)** Plan.

Figura 12.4 – Telhas do tipo encaixe: **(A)** Francesa; **(B)** Italiana; **(C)** Holandesa; **(D)** Americana; **(E)** Termoplan; **(F)** Portuguesa; e **(G)** Romana.

Figura 12.5 – Cerâmica artística indígena Ticuna. (Fonte: Associação Brasileira de Cerâmica).

---

---

Figura 12.6 – Produtos do Pólo Cerâmico Artístico de Manaus, instalado no bairro São José.

Figura 12.7 – Produção anual de peças cerâmicas estruturais por pólos (mil unidades). Fonte: CPRM (este estudo).

Figura 12.8 – Fluxograma do processo de fabricação de cerâmica vermelha no Brasil. Fonte: Associação Brasileira de Cerâmica – ABC.

Figura 12.9 – Barreiros no próprio terreno da olaria, freqüente nas micro indústrias: **(A)** Extração manual em Manaquiri, **(B)** Cava para extração de argila através de pá mecânica (Careiro do Castanho).

Figura 12.10 – Sazonamento: **(A, B e C)** Estocagem de argila a céu aberto; **(C)** Vista do alto do estoque de argila mosqueada de alteração da Formação Alter do Chão.

Figura 12.11 – **(A e B)** Processo de desintegração e alimentação manual empregado geralmente pelas micro indústrias; **(C e D)** Caixa alimentador e esteira de alimentação com detector de metais; **(E)** Equipamento simples para homogeneização e laminação da argila usado pelas pequenas indústrias; **(F)** Equipamentos mais sofisticados utilizados pelas cerâmicas de médio porte.

Figura 12.12 – Extrusão: **(A e B)** Extrusora simples usada pelas micro indústrias (Manaquiri-Castanho); **(C e D)** Equipamento de extrusão a vácuo e corte geralmente usado pelas pequenas e micro indústrias da região de Manacapuru-Iranduba; **(E e F)** Extrusora a vácuo utilizado pelas indústrias mais equipadas (região Manacapuru-Iranduba).

Figura 12.13 – Secagem: **(A)** Secagem natural rudimentar; **(B, C e D)** Secagem natural organizada; **(E e F)** Secagem natural em estufa; **(G e H)** Secagem artificial com secadores.

Figura 12.14 – Fornos: **(A e B)** Forno caieira é uma das características das micro-empresas; **(C e D)** Fase de arrumação para a queima; **(E e F)** Forno abóbada, mais comumente usado na região; e **(G e H)** forno semi-contínuo responsável por cerca de 30% da produção.

Figura 12.15 – Expedição: **(A e B)** Os caminhões utilizados trafegam, em média, com 10 milheiros de tijolos; **(C e D)** Armazenamento no pátio da fábrica, para pronta entrega; e **(E)** Carregamento para entrega.

Figura 12.16 – As micros e pequenas empresas são as que apresentam as maiores perdas de produção.

Figura 12.17 – Média percentual dos custos da indústria cerâmica da região (fonte: este estudo).

Figura 12.18 – Empresas instaladas na região Manacapuru – Iranduba. Fonte: CPRM (este estudo).

Figura 12.19 – Produção de peças cerâmicas na Região Manacapuru – Iranduba. Fonte: CPRM (este estudo).

Figura 12.20 – Distribuição de pessoal empregado na Região Iranduba Manacapuru – Iranduba. Fonte: CPRM (este estudo).

Figura 12.21 – Investimento fixo na região Manacapuru – Iranduba. Fonte: CPRM (este estudo).

Figura 12.22 – Número de empresas por porte no Pólo Cacau-Pirêra. Fonte: CPRM (este estudo).

Figura 12.23 – Produção de tijolos no Pólo Cacau-Pirêra. Fonte: CPRM (este estudo).

Figura 12.24 – Distribuição de emprego no Pólo Cacau-Pirêra em função do porte da empresa. Fonte: CPRM (este estudo).

Figura 12.25 – Investimento fixo no Pólo Cacau-Pirêra. Fonte: CPRM (este estudo).

---

---

Figura 12.26 – Empresas instaladas por porte no Pólo Ariaú. Fonte: CPRM (este estudo).

Figura 12.27 – Produção de tijolos do Pólo Ariaú. Fonte: CPRM (este estudo).

Figura 12.28 – Pessoal empregado pelo Pólo Ariaú. Fonte: CPRM (este estudo).

Figura 12.29 – Investimento fixo no Pólo Ariaú. Fonte: CPRM (este estudo).

Figura 13.1 – Lavra de argila na região da bacia do rio Ariaú, limite municipal entre Iranduba e Manacapuru (AM).

Figura 13.2 – Área de lavra da Cerâmica Manauara, Iranduba (AM).

Figura 13.3 – Detalhe do percentual de perda na produção de tijolos. Micro-indústria localizada no município de Iranduba (AM).

Figura 13.4 – Perda ocasionada por deficiência na gestão da produção e armazenamento do tijolo. Micro-indústria localizada em Manaquiri (AM).

Figura 13.5 – Projeto Experimental no Iranduba de produção de Acácia (A) e de bambu (B) para uso na forma de lenha. Parceria entre EMBRAPA, SUFRAMA e FAPEAM.

Figura 13.6 – Subsídios à gestão territorial da área de estudo. Delimitação de terrenos de relevante interesse mineral.

Figura 13.7 – Localização de algumas indústrias cerâmicas, de barreiros antigos abandonados (B) e de barreiros atualmente explorados (B) e a situação de áreas com loteamentos instalados sobre depósitos de argila. Distrito do Cacau-Pirêra, Iranduba (AM).

Figura 13.8 – Projeto de piscicultura em tanques desenvolvido em áreas de lavra desativadas. Rodovia Estadual AM-070, km 43, Manacapuru (AM).

Figura 13.9 – Identificação de áreas desmatadas (sem cobertura floresta nativa) a partir da imagem de satélite *LANDSAT 1mss\_248062-247062\_07071973-11081973*, Municípios de Iranduba e Manacapuru.

Figura 13.10 – Detalhe do crescimento histórico das áreas desmatadas relacionadas à lavra de argila no Distrito de Cacau-Pirêra e na sede do Município de Iranduba.

Figura 13.11 – (A) Horizonte caulínítico observado na margem da Rodovia Estadual AM-352, limite dos municípios de Iranduba e Manacapuru. (B) Detalhe do nível caulínítico.

Figura 13.12 – Areais observados ao longo da rodovia AM-352.

### Relação de Tabelas

Tabela 4.1 – Área, população e renda das regiões do estudo. Fonte: IBGE.

Tabela 4.2 – Participação da Construção Civil no PIB do Amazonas. Fonte: IBGE – Contas Regionais 2003.

Tabela 4.3 – Produção, Consumo Intermediário e Valor Agregado Bruto da Indústria Cerâmica - 2005. Fonte: CPRM (este estudo).

Tabela 5.1 – Variações e médias de precipitação dos municípios de Manaus e Manacapuru (fonte: CPRM – Manaus).

Tabela 7.1 – Análise química da amostra RG-S-07.

---

---

Tabela 7.2 – Análise granulométrica (RG-S-07).

Tabela 8.1 – Consumo e produção de areia na região de Manaus.

Tabela 8.2 – Consumo e produção de rochas (em blocos e britadas) e cascalhos na região de Manaus.

Tabela 8.3 – Preço médio praticado no comércio de Manaus para agregados (rochas em blocos, britadas e cascalhos) utilizados na construção civil na região (dezembro/2005).

Tabela 9.1 – Característica, situação e composição mineralógica determinada por DRX das amostras analisadas.

Tabela 9.2 – Relação das amostras analisadas (em anexo).

Tabela 9.3 – Resultados de Análise Granulométrica (em anexo).

Tabela 9.4 – Análise granulométrica (%) em amostras coletadas no “barreiro” da Cerâmica Rio Negro, no distrito de Cacaú-Pirêra.

Tabela 9.5 – Resultados de análise química de óxidos (em anexo).

Tabela 9.6a – Resultados de análise química de elementos traço (em anexo).

Tabela 9.6b – Resultados de análise química de elementos traço (em anexo).

Tabela 9.7 – Resultados de ensaios cerâmicos preliminares (em anexo).

Tabela 9.8 – Especificações de Argilas para Cerâmica Vermelha

Tabela 9.9 – Especificações Físicas de Argilas Plásticas (tipo *Ball-Clays*) para usos em cerâmica branca após queima a 950°C e 1250°C.

Tabela 9.10 – Propriedades físicas após queima a 950 °C.

Tabela 9.11 – Variação do volume e peso do tijolo ao longo do estágio de produção (cru e pós-queima). Fonte: Woeltje *et al.* (2000).

Tabela 9.12 – Resultados de palinologia (em anexo).

Tabela 10.1 – Variação de cota do nível da lâmina d’água dos rios Negro e Solimões próximo a suas confluências. As cotas de referência são de níveis arbitrários, em Manaus sabe-se que a régua da estação fluviométrica registra 3,98m a mais (Fonte: CPRM-Manaus).

Tabela 11.1 – Relação de processos por substância e município, apenas na área de abrangência deste estudo.

Tabela 12.1 – Empresas cerâmicas no Amazonas. Fonte: Diagnóstico do Setor Cerâmico e Oleiro (CEAG-AM, 1975).

Tabela 12.2 – Dimensões obrigatórias para comercialização do bloco cerâmico de vedação. Fonte: INMETRO (2005).

Tabela 12.3 – Dimensões obrigatórias para comercialização do bloco cerâmico estrutural. Fonte INMETRO (2005)

Tabela 12.4 – Estimativa da população de Manaus. Fonte: IBGE.

Tabela 12.5 – Produto Interno Bruto (PIB) de Manaus. Fonte: IBGE (2003)

---

---

Tabela 12.6 – Relação entre população e domicílios em Manaus. Fonte: IBGE (Anuário Estatístico - 2000).

Tabela 12.7 – Consumo aparente de cimento no Amazonas. Fonte: SNIC – Sindicato Nacional da Indústria de Cimento.

Tabela 12.8 – Consumo aparente de cimento no Estado do Amazonas no período 2004-2005. Fonte: SNIC – Sindicato Nacional da Indústria de Cimento.

Tabela 12.9 – Quadro de estimativa de demanda por tijolos em Manaus até 2010. Fonte: CPRM (este estudo).

Tabela 12.10 – Consumo aparente de telhas cerâmicas (milhão m<sup>2</sup>). (Fonte: Sezzi 2004)

Tabela 12.11 – Maiores produtores mundiais de telhas (milhão m<sup>2</sup>). (Fonte: Sezzi 2004)

Tabela 12.12 – Maiores exportadores mundiais de telhas (milhão m<sup>2</sup>). (Fonte: Sezzi 2004)

Tabela 12.13 – Maiores Importadores mundiais de telhas (milhão m<sup>2</sup>). (Fonte: Sezzi 2004)

Tabela 12.14 – Maiores consumidores mundiais de telhas cerâmicas (milhão m<sup>2</sup>). (Fonte: Sezzi 2004)

Tabela 12.15 – Número de empresas cerâmicas nas regiões de Manacapuru – Iranduba, Manaus e Careiro da Várzea – Manaquiri – Careiro do Castanho. Fonte: CPRM (este estudo).

Tabela 12.16 – Consumo estimado de argila. Fonte: CPRM (este estudo).

Tabela 12.17 – Consumo médio de lenha e derivados de madeira pelos Pólos Cerâmicos da região. Fonte: CPRM (este estudo).

Tabela 12.18 – Processo produtivo cerâmico utilizado na região. Fonte: CPRM (este estudo).

Tabela 12.19 – Consumo médio de eletricidade na região. Fonte: CPRM (este estudo).

Tabela 12.20 – Processo produtivo no Pólo Cacau-Pirêra (PCP). Fonte: CPRM (este estudo).

Tabela 12.21 – Consumo médio de argila no Pólo Cacau-Pirêra (PCP). Fonte: CPRM (este estudo).

Tabela 12.22 – Consumo médio de lenha e de eletricidade no Pólo Cacau-Pirêra. Fonte: CPRM (este estudo).

Tabela 12.23 – Produtividade no Pólo Cacau-Pirêra. Fonte: CPRM (este estudo).

Tabela 12.24 – Produtividade do capital fixo no Pólo Cacau-Pirêra. Fonte: CPRM (este estudo).

Tabela 12.25 – Avaliação econômica do Pólo Cacau-Pirêra. Fonte: CPRM (este estudo).

Tabela 12.26 – Preço médio do milheiro de tijolos no Pólo Cacau-Pirêra (dezembro/2005). Fonte: CPRM (este estudo).

Tabela 12.27 – Processo produtivo do Pólo Ariaú. Fonte: CPRM (este estudo).

Tabela 12.28 – Consumo médio de argila no Pólo Ariaú. Fonte: CPRM (este estudo).

Tabela 12.29 – Consumo médio de lenha e de eletricidade no Pólo Ariaú. Fonte: CPRM (este estudo).

Tabela 12.30 – Produtividade de mão-de-obra no Pólo Ariaú. Fonte: CPRM (este estudo).

Tabela 12.31 – Produtividade do capital fixo no Pólo Ariaú. Fonte: CPRM (este estudo).

---

---

Tabela 12.32 – Avaliação econômica do Pólo Ariaú. Fonte: CPRM (este estudo).

Tabela 12.33 – Preço médio do milheiro de tijolos no Pólo Ariaú. Fonte: CPRM (este estudo).

Tabela 12.34 – Avaliação econômica do Pólo Iranduba. Fonte: CPRM (este estudo).

Tabela 12.35 – Processo Produtivo das Olarias da região de Manaus. Fonte: CPRM (este estudo).

Tabela 12.36 – Avaliação econômica das micro-empresas do pólo cerâmico de tijolos da região de Manaus. Fonte: CPRM (este estudo).

Tabela 12.37 – Processo produtivo do Pólo Artístico Cerâmico de Manaus. Fonte: CPRM (este estudo).

Tabela 12.38 – Avaliação econômica das micro-empresas do Pólo Artesanal Cerâmico de Manaus. Fonte: CPRM (este estudo).

Tabela 12.39 – Processo produtivo da Região do Careiro da Várzea - Manaquiri - Careiro do Castanho. Fonte: CPRM (este estudo).

Tabela 12.40 – Avaliação econômica das micro-empresas da região Careiro da Várzea - Manaquiri – Careiro do Castanho. Fonte: CPRM (este estudo).

Tabela 13.1 – Consumo e custo de Lenha x Gás com base nas informações coletadas por este projeto junto a ceramistas do Amazonas, Rio Grande do Norte e São Paulo.

Tabela 13.2 – Correlação espacial das áreas de lavra da argila e áreas sem cobertura florestal nativa.

---



## Resumo

---

O projeto integra o Subprograma Minerais para Construção Civil, voltado à pesquisa geológica para bens minerais de uso na construção civil. Objetiva dar suporte às políticas públicas habitacionais, possibilitando o acesso a bens minerais de consumo popular e por sua vez, gerar emprego, renda, tributos e redução das desigualdades sociais.

Este *Informe de Recursos Minerais*, sob o título “Materiais de Construção na Área Manacapuru – Iranduba – Manaus – Careiro (Domínio Baixo Solimões - DBS)”, traz o diagnóstico sócio-econômico do principal setor cerâmico do Estado do Amazonas, situado no âmbito do interflúvio Negro - Solimões. Reúne também informações básicas sobre as áreas com potencialidade para argila, areia, brita e piçarra e seu inter-relacionamento com produtos de alteração rochosa da principal unidade estratigráfica da área, a Formação Alter do Chão, cujo enfoque volta-se para os aspectos relacionados ao variado padrão geomorfológico revelado pela região. Contempla ainda informações relativas à titulação minerária, sobre restrições ambientais causadas pelo uso e ocupação do solo, e subsídios a gestão territorial da área estudada. O principal foco do estudo esteve voltado para o setor oleiro-cerâmico por constituir uma atividade minero-industrial complexa, carente de pesquisa, porém de importância fundamental para a construção civil do estado e principalmente da capital Manaus.

A área do projeto encontra-se na porção ocidental da bacia Amazonas, tendo como referência o limite entre os domínios fluviais do Baixo Solimões, Baixo Negro e Médio Amazonas. Está delimitada pelos paralelos 3° 00' 00" S e 3° 30' 00" S e meridianos 59° 30' 00" W e 61° 00' 00" W, equivalente à metade de uma folha na escala de 1:250.000, englobando parte das folhas SA-20-Z-D (Manaus) e SA-21-Y-C (Nova Olinda do Norte).

Geologicamente a área apresenta ampla distribuição da Formação Alter do Chão, uma unidade sedimentar constituída por quartzo arenitos (“Arenito Manaus”), arenitos arcoseanos, arenitos caulínicos e caulins. A ação de intemperismo e lixiviação desenvolvida ao longo do Neógeno sobre estas rochas cretáceas, originou espesso manto de alteração e formação supergênica de perfis lateríticos. As aluviões holocênicas têm distribuição em amplas faixas ao longo das principais drenagens e recobrem as rochas mais antigas.

As diferentes situações morfológicas e geológicas reveladas neste estudo pela unidade Alter do Chão e representadas em termos de morfounidades (Kac I, Kac II, Kac III e Kac IV), refletem a movimentação neotectônica e conseqüentes processos erosionais que contribuíram para a exposição dos perfis de alteração a diferentes níveis, levando à maior ou menor distribuição de bens minerais como piçarra, canga laterítica, argila, argila caulínica, caulim, areia residual e arenito alterado, além da exposição do “Arenito Manaus” utilizado como importante fonte alternativa na extração de brita à construção civil.

Os depósitos argilosos provenientes do horizonte mosqueado e de alteração da Formação Alter do Chão confirmam a potencialidade para emprego na cerâmica vermelha, mais especificamente na confecção de tijolos. Constituem a fonte de matéria-prima dos pólos oleiro-cerâmicos de Cacau-Pirêra e Ariaú. Revelam situação de comodidade com relação a sua vida útil, porém requer atenção com relação à expansão urbana e a outras formas de uso e ocupação do solo.

Os depósitos argilosos aluvionares relacionados ao Neógeno holocênico, constituídos por planícies de inundação e terraços, representam expressivos depósitos em potencial para cerâmica vermelha no Domínio Baixo Solimões (DBS). Argilas destes tipos de depósitos já são localmente exploradas e constituem a fonte de matéria-prima para o Pólo Cerâmico de telhas de Iranduba e para Pólo Cerâmico artístico de Manaus.

Os depósitos de areia mais abundantes e explorados, são do tipo residual, encontrados sobre a Formação Alter do Chão.

Ensaio físicos cerâmicos realizados em amostras de argilas revelaram valores de absorção de água, porosidade aparente, massa específica aparente, retração linear, tensão de ruptura à flexão e cor compatíveis aos padrões estabelecidos pela ABNT e apropriados às cerâmicas vermelha e branca.

---

---

A indústria oleiro-cerâmica da região está concentrada nos municípios de Iranduba e Manacapuru, em três principais pólos: Cacau-Pirêra, Ariaú e Iranduba. A produção está voltada à fabricação de tijolos de oito furos, telhas e subordinadamente blocos cerâmicos especiais e revestimento rústico para pisos. O principal mercado consumidor é a cidade de Manaus, cujo crescimento demográfico e econômico é o mais acelerado da Amazônia Legal, o que projeta um futuro promissor para o setor se houver melhoria na qualidade e variedade de seus produtos. O principal cliente, a autoconstrução, absorve cerca de 70% da produção.

O setor vem despertando para a necessidade de aprimoramento tecnológico, porém ainda investe pouco em inovação tecnológica, em pesquisa geológica e em análises laboratoriais e trabalha de modo empírico baseado na prática e na experiência. Revela deficiência no controle gerencial, o capital de giro é precário e apresenta dificuldades de acesso ao crédito. Atualmente vem enfrentando forte concorrência com os produtos derivados do cimento.

A produção anual dos pólos oleiro-cerâmicos está na ordem de 128 milhões de peças, das quais cerca de 112 milhões são blocos. Foi estimado em 268,8 mil m<sup>3</sup>/ano o consumo de lenha e seus derivados. Este insumo representa cerca de 60% do custo de produção. O aumento no consumo de lenha tem implicado em impactos ambientais, todavia já existem experiências de reflorestamento para produção de lenha em algumas indústrias. O setor denota preocupação com relação ao uso da lenha de floresta primitiva e busca outras alternativas de biomassa vegetal como serragem, cavaco, palete e refugos de madeira das empresas de Manaus. A opção de mudança desta matriz energética pelo uso de gás natural só será possível a partir de 2008, com a conclusão do gasoduto Coari-Manaus.

Para o cumprimento da recente Portaria 127/05 do INMETRO, as indústrias do setor oleiro-cerâmico terão necessidade de investimentos a curto prazo em novos equipamentos. Poderá haver inicialmente uma retração na produção de tijolos devido a dificuldade para o ajustamento do processo produtivo às exigências de qualidade dos produtos, por outro lado, deverá aumentar a produção de blocos cerâmicos e de telhas.

---

## Abstract

---

This project integrates the Minerals for Civil Engineering Construction Materials Sub-program, towards a geological evaluation in mineral goods for the civil construction. It aims to give support to the housing public programs, also permitting the access to the minerals of popular claim and in this way to create job, income and minimize the social inequalities.

This Mineral Resources Report entitled “Materiais de Construção na Área Manacapuru – Iranduba – Manaus - Careiro (Domínio Baixo Solimões – DBS)” presents the economic and social diagnose of the Amazonas main sector of pottery which principal area is situated between the Low Negro and Low Solimões rivers. It deals basic information around the distribution of clay, sand, shale and hard stones and its relation with rocky alteration of the main geological formation, the Alter do Chão, whose focus is toward the aspects related with the variable geomorphologic patterns revealed by the domain. It still contemplates a kind of information of mining permission, environmental aspect on the use and occupation of the soil towards the subsidize the territorial management in this Amazon Region. The main focus of this study is the pottery sector because it constitutes an important mining and industrial activity of the Amazonas State, still devoid of research but of fundamental meaning to the civil construction to its capital Manaus and surroundings.

The project area is located in the occidental portion of Amazonas Basin, having as reference the limits among the Low Solimões, Low Negro and Medium Amazon domains. It is delimited by parallels 3° 00' 00" S and 3° 30' 00" S and meridians 59° 30' 00" W and 61° 00' 00" W, equivalent to the half of scale sheet of 1.250.000, comprising part of the sheets SA-20-Z-D (Manaus) and SA-21-Y-C (Nova Olinda do Norte).

By the geological way the area shows a wide distribution of the Alter do Chão Formation, a sedimentary unit formed by quartz (“Manaus Sandstone”), arcosean and kaolinic sandstones and kaolin. The weathering and lixiviation action developed along the Neogene over these rocks of Cretaceous age have originated a thick mantle of alteration and the supergenic formation of the lateritic profiles. The alluvial deposits have wide distribution along the rivers and creeks and recover the preterit rocks.

The variable morphological and geologic situations pointed in this study by the Alter do Chão Formation and represented here in terms of morphological unities (Kac I, Kac II, Kac III and Kac IV) are reflected by neotectonic movement. Consequently the denudation processes has contributed into the laterization profile in different levels of the outcrops towards the major or minor distribution of mineral goods as shale, lateritic crust, clay, kaolinic clay, kaolin, residual sand and altered sandstone, besides the exposure of the “Manaus Sandstone” used as important alternative source in the crushed stone extraction for the civil construction provisions.

The clay deposits proceeded from the altered mottled horizon of the Alter do Chão Formation confirms the potentiality for the pottery manufacture, more specifically to the brick. They constitute the raw material source of pottery poles of Cacau - Pirera and Ariaú localities. These deposits reveals a suitable situation in relation of their lifetime but attention is needed for the urban growth and other forms of use and occupation of the soil.

The clay alluvial deposits related to the Holocene which form the present wash plain and ancient terraces get expressive potential deposits for pottery manufacture in the Low Solimões Domain. It constitutes the raw material source for the roofing tiles pole of Iranduba and for craftsmanship pole in Manaus.

The sand deposits with more spreading and exploration are residual-like type, almost recovering the Alter do Chão Formation.

---

---

Specific physical essays took place in clay samples revealed values of water absorption, apparent porosity, apparent specific mass, linear retraction, flexion rupture tension and colour in according to ABNT patterns and well-appropriated to the white and red clay pottery.

The pottery industry is in the Iranduba and Manacapuru counties and represented by three main poles: Cacau-Pirera, Ariaú and Iranduba. The main production turns to an eight holes brick, tiles and special ceramic blocks and rustic floor. The principal consuming market is the city of Manaus whose demographic and economical growth is the most eminent of the Legal Amazon. A promising future for the pottery sector stands good to the quality and innovation of the products where the potential client is the self-building who retain around 70 % of the production.

Actually, the sector is looking forward to some technological improvement once there is a notorious low application of investments in technological innovation, geological research and laboratory analysis, almost substituted by empirical methods from its own experience. It also reveals poor management control which includes lack of circulate money and no access to credit.

The annual production turns around 128 million of ceramic units whose includes 112 million of bricks. It was estimated some 268 thousand cubic meters/year of firewood consume and derivates. Such material represents nearly 60% of the production cost. The increasing of the firewood consume carries environmental impacts, however, nowadays there is some experiments about reforestation with alternated types of vegetation. The sector already denotes some attention to the use of the firewood from the primitive forest and now is looking forward to other alternate vegetable biomass fonts like sawdust and chip of wood. The change of the energetic matrix by the natural gas using will be possible only in 2008 according the conclusion of the pipeline Coari - Manaus.

Going along with the actual norm of the federal government, the potteries must invest in new equipments in a short time. Initially due such adjustment the productive process must go through a production retraction. By the other side the retraction could be followed by the crescent production of pottery blocks and tiles.

---

# 1 - Introdução

---

O *Programa de Recursos Minerais do Brasil* faz parte do Plano Anual de Trabalho (PAT) do SGB - Serviço Geológico do Brasil para o período 2004-2007, em sintonia com o Plano Plurianual (PPA) do Governo Federal para o mesmo período, na forma de convênios e acordos com outras instituições federais e estaduais.

Tem como metas levantar informações qualitativas e quantitativas de recursos minerais, com enfoque preditivo, visando caracterizar o potencial econômico de ocorrências, depósitos, distritos e províncias minerais do Brasil. Além disso, visa prover o conhecimento metalogenético, fomentar a descoberta de novos depósitos minerais e propiciar o aumento e diversificação da oferta de bens minerais no país. O programa é baseado na execução de projetos os quais são agrupados em sete principais Subprogramas.

O *Subprograma Minerais para Construção Civil* objetiva a realização de pesquisa geológica para bens minerais utilizados na construção civil visando contribuir como suporte de políticas habitacionais, aumentando o acesso a bens minerais de consumo popular, gerar emprego, renda, tributos, reduzir as desigualdades regionais.

O Projeto "Materiais de Construção na Área Manacapuru – Iranduba – Manaus – Careiro (Domínio Baixo Solimões - DBS)", é resultado da proposta de trabalho do Departamento de Recursos Minerais – DEREM da Diretoria de Geologia e Recursos Minerais - DGM do Serviço Geológico do Brasil - SGB. Foi concebido neste subprograma com o objetivo de realizar o diagnóstico da exploração, produção, níveis de oferta e demanda de Minerais Industriais utilizados na Construção Civil, em especial às argilas para emprego na Cerâmica Vermelha, tendo como enfoque o ciclo de produção industrial, envolvendo os aspectos da lavra até a comercialização dos produtos acabados, em parte dos municípios de Manaus, Iranduba, Manacapuru, Careiro da

Várzea, Manaquiri e Careiro do Castanho, no Estado do Amazonas.

O crescimento no consumo destes minerais industriais é conseqüência do desenvolvimento econômico e sua disponibilidade em níveis cada vez maiores é uma pré-condição para o crescimento socioeconômico. A organização dos variados setores produtivos mineiros, volta-se a oportunidade de geração de novos empregos, distribuição de renda e recolhimento de tributação por meio de uma atividade mineira legalizada.

A expansão demográfica e econômica da capital de Manaus, sensível nas duas últimas décadas e o dinamismo da construção civil ensejado por este crescimento, vem exigindo do Serviço Geológico do Brasil a geração de informações atualizadas sobre as áreas de ocorrência de bens minerais que possam constituir fonte de matéria-prima à aplicação nesse segmento, tais como a argila, areia, cascalho e brita.

A necessidade desses bens minerais, principalmente a argila para aplicação na cerâmica vermelha, na produção de tijolos e telhas, tem sido constatada por meio da atividade de um grande número de olarias concentradas em três principais pólos cerâmicos na proximidade da capital de Manaus: distrito de Cacau-Pirêra, rio Ariaú e sede de Iranduba.

O abastecimento destas substâncias minerais para atendimento do mercado crescente da construção civil em Manaus, começa a demonstrar comprometimento devido a expansão urbana em áreas com potencialidade mineral além de restrições em áreas de conservação, de modo similar ao que ocorre nas principais regiões metropolitanas do país, além do que, as lavras desenvolvidas sem a devida orientação dos órgãos responsáveis pela atividade, tem acarretado em preocupações ambientais.

Este estudo reúne informações básicas para prospecção e exploração das

argilas: tipologia dos depósitos de acordo com sua formação geológica; caracterização química de argilas ao seu aproveitamento para tijolos e telhas; definição de áreas com potencialidade para argila, areia, brita e piçarra e o inter-relacionamento com produtos de alteração rochosa da principal unidade geológica da área, a Formação Alter do Chão, além dos aspectos relacionados ao padrão morfológico dos variados compartimentos neotectônicos. Apresenta ainda um diagnóstico socioeconômico do setor oleiro-cerâmico, onde está retratado seu histórico, os fluxos de produção e consumo, os aspectos de mercado e informações

indicadoras dos principais problemas de natureza econômica e tecnológica que venham interferir na competitividade da cadeia produtiva minero-cerâmica, além de sugestões para estruturação deste setor em pólos de desenvolvimento econômico e social, ambientalmente sustentáveis. Aborda também sobre os impactos ambientais e respectivas indicações de medidas mitigadoras e de controle ambiental, e fornece elementos para o planejamento de uma política de exploração e de monitoramento da atividade de extração mineral em áreas urbanas e em expansão.

## 2 - Desenvolvimento do Estudo

---

### 2.1 Planejamento

O estudo teve como ponto de partida a definição dos limites da área de interesse a avaliação dos recursos minerais atualmente empregados no setor da construção civil, priorizando-se aquele cerâmico por revelar maior envolvimento com as questões de cunho social e econômico e por constituir um segmento em franco desenvolvimento em reconhecidas áreas dos municípios de Iranduba e Manacapuru e que constituem suporte ao principal mercado consumidor de Manaus.

A delimitação e inclusão de parte de outros municípios que integram o Domínio Baixo Solimões, a exemplo do Careiro da Várzea, Manaquiri e Careiro do Castanho, baseou-se na carência de alguns principais bens minerais da construção civil e no elevado custo de importação, justificado pela grande distância das áreas produtoras. A BR-316, Manaus – Porto Velho constitui o principal eixo de desenvolvimento desses municípios e cuja existência depende em muito, de estudos geológicos voltados à manutenção de seus diferentes substratos e da disponibilidade de materiais de construção que possam atender de imediato e com baixos custos sua conservação.

A fase de planejamento tem desfecho com a elaboração de um cronograma de execução onde fica estabelecido o período de tempo que demandará as principais atividades de escritório e de campo ao completo desenvolvimento do estudo. Um outro cronograma, de previsão orçamentária, permite estabelecer os custos para cada uma das atividades propostas.

### 2.2 Levantamento e Consistência de Dados

Tem no levantamento bibliográfico disponível na literatura geológica, sua análise e consistência. Incluiu a importação de bases planimétricas do IBGE ajustadas a escala de trabalho e elaboração de mapa geológico preliminar como fonte a

cartografia orientativa aos estudos de campo. Ambos os produtos foram conduzidos ao georreferenciamento e digitalização, agrupando-se todos os principais dados a um Banco de Dados Digital. A integração geológico-geomorfológico envolveu análises de imagens de satélite TM LANDSAT-5 (composição colorida 5R4G3B) e imagens de radar SRTM (modelo digital de terreno).

As principais fontes de informação geológica básica foram advindas dos projetos Argila Manaus (Damião *et al.*, 1972) e Turfa do Médio Amazonas (Reis & Figueiredo, 1983), que permanecem ainda como valiosa fonte para estudos regionais do Médio Amazonas e Baixo Solimões. Sendo assim, o presente estudo integrou e consistiu digitalmente parte dos dados desses projetos. O mapa geológico preliminar foi elaborado a partir da rasterização e georreferenciamento das folhas geológicas do Projeto Turfa do Médio Amazonas.

Foram reavaliadas as seções litológicas dos furos de sondagem efetuados pelo Departamento Nacional da Produção Mineral (DNPM) – Universidade Federal do Amazonas (UFAM) por meio de sonda mecanizada, bem como os resultados provenientes de estudos de Geofísica Terrestre pelo Departamento de Geociências da UFAM.

Algumas fontes de informação da socioeconomia foram produtos da pesquisa eletrônica a partir de páginas na rede e de livre difusão. O tratamento das informações socioeconômicas se deu à luz das técnicas estatísticas, de economia e de administração, com o intuito de tornar o estudo mais adequado aos objetivos de orientação dos seguimentos sociais e econômicos ligados ao setor produtivo cerâmico.

### 2.3 Atividades de Campo

As atividades de campo voltaram-se para o reconhecimento geológico e geomorfológico, coleta de amostras *in situ* ou por meio de furos de trado manual e

cuja locação foi feita por meio de GPS em *datum* SAD 69. Os furos de trado executados pelo estudo foram locados em função do prévio nível de conhecimento geológico.

Os cheques de campo foram importantes na definição e caracterização dos perfis de alteração oriundos das litologias da Formação Alter do Chão bem como a disposição espacial das compartimentações estruturais da referida unidade.

As investigações de campo ampliaram-se para as áreas de produção cerâmica, bem como se estenderam para aquelas potencialmente favoráveis. Na obtenção de informes diretos em atendimento ao tema “socioeconomia”, utilizaram-se questionários junto às indústrias oleiro-cerâmicas, tomando-se informes das empresas ou ainda através de observações *in loco*. Os questionários foram aplicados por universitários do curso de Economia da UFAM, sob a orientação de um consultor e acompanhamento e supervisão do projeto. As informações sobre o contexto macro-econômico foram obtidas por meio de dados estatísticos junto a instituições oficiais e especializadas neste tipo de informação.

#### **2.4 Procedimentos Analíticos**

Para a caracterização dos depósitos e utilização dos variados materiais sedimentares que os compõem,

foram realizadas coletas de amostras em afloramentos que incluem cortes de estrada, leitos de drenagens e áreas de exploração mineral, além de furos de trado manual, cuja sistematização objetivou atender os interesses das análises sedimentológicas, químicas, tecnológicas e palinológicas, isolada ou conjuntamente.

No suporte a caracterização tecnológica das argilas, utilizou-se o laboratório do Instituto Tecnológico do Estado de Pernambuco – ITEP, para realização de Ensaios Cerâmicos Preliminares voltados a determinação do provável uso cerâmico.

As análises granulométricas foram desenvolvidas pelo Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - INPA, enquanto as análises palinológicas foram conduzidas pela Divisão de Paleontologia – DIPALE do Serviço Geológico do Brasil.

As análises mineralógicas por Difração de Raios-X (DRX) foram realizadas no Laboratório do Departamento de Geociências da Universidade Federal do Amazonas – UFAM.

As análises químicas para óxidos maiores, menores e traço foram realizadas pelo Laboratório da ACME.

As análises petrográficas foram realizadas pela SECLAB da Superintendência Regional de Manaus.



### 3 – Localização e Acesso

A área de estudo situa-se em região da Bacia do Amazonas, ocupando os limites entre o Médio Amazonas, Baixo Solimões e Baixo Negro. Encontra-se delimitada pelos paralelos 3° 00' 00" S e 3° 30' 00" S e meridianos 59° 30' 00" W e 61° 00' 00" W. Esta área recobre parte das folhas SA-20-Z-D (Manaus) e SA-21-Y-C (Nova Olinda do Norte) e cuja superfície de

9.090 km<sup>2</sup>, corresponde ao corte cartográfico equivalente a metade de uma folha na escala de 1:250.000. Engloba parte dos municípios de Manaus, Iranduba, Manacapuru, Careiro da Várzea, Manaquiri e Careiro do Castanho. Exceto Manaus, todos os demais municípios integram o Domínio Baixo Solimões (Figura 3.1).

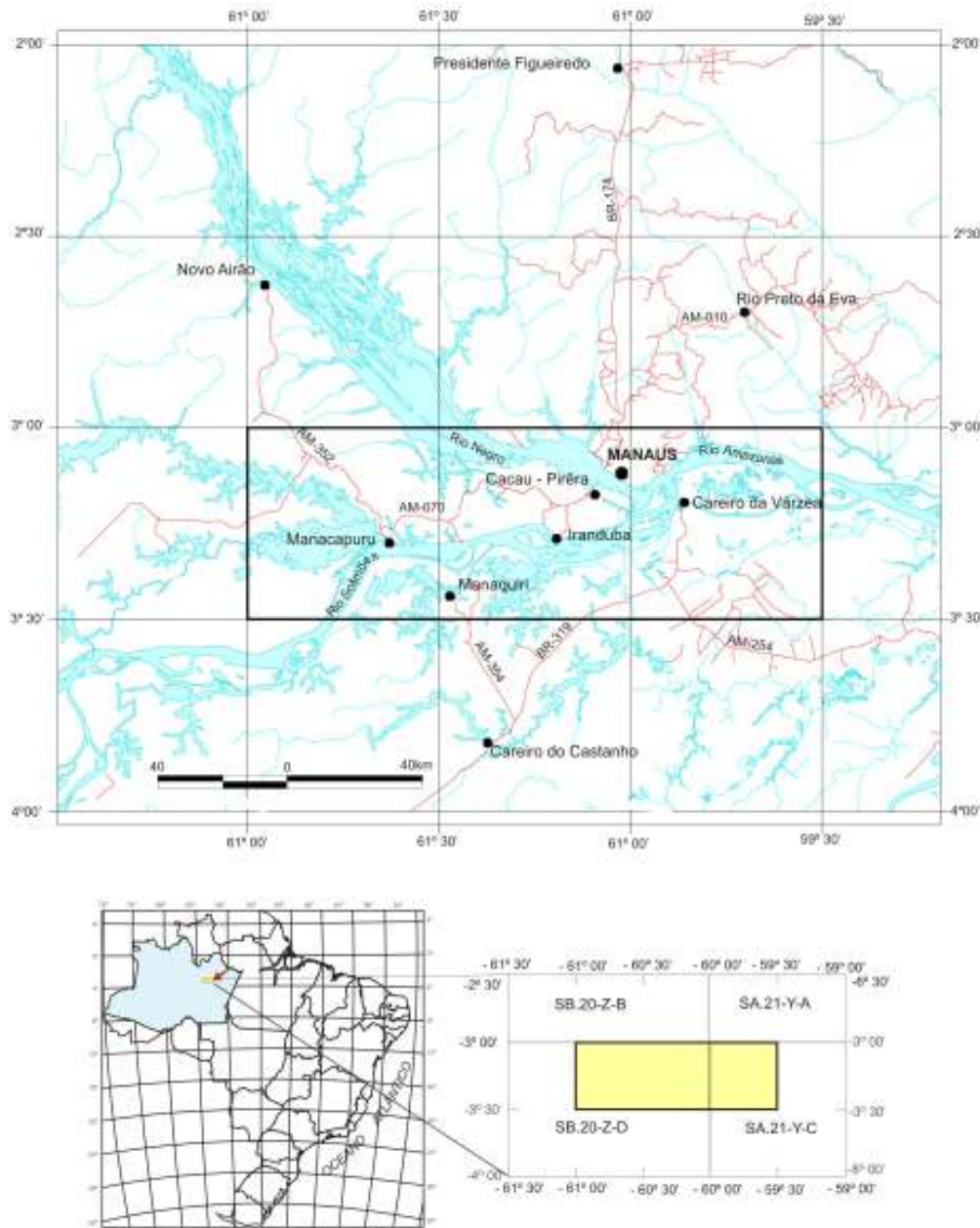


Figura 3.1 – Área de localização do Projeto e articulação em folhas 1:250.000

Os principais pólos oleiro-cerâmicos do estado, em número de três, situam-se em áreas fluviais opostas a Manaus, encontrando-se localizados na margem direita do rio Negro (distrito de Cacau-Pirêra), na margem esquerda do rio Solimões (sede de Iranduba) e interflúvio entre os rios Negro e Solimões (rio Ariaú).

A rede hidrográfica dos municípios permite acesso fluvial principalmente através dos rios Negro, Solimões, Médio Amazonas e tributários principais, sem problema de navegabilidade em qualquer época do ano. Casos atípicos foram verificados recentemente como no município de Manaquiri, onde o lago Manaquiri que interliga a sede municipal com o rio Solimões, ficou totalmente seco.

A ligação destes municípios com Manaus, capital do Amazonas, é feita inicialmente por meio de balsas do tipo *ferry-boat* (Figura 3.2). Citam-se os portos de São Raimundo e Cacau-Pirêra que interligam os municípios de Iranduba, Manacapuru e Novo Airão e portos da CEASA e Careiro da Várzea que interligam os municípios do Careiro da Várzea, Manaquiri, Autazes e Careiro do Castanho.



Figura 3.2 – Balsa do tipo *ferry-boat* que interliga os portos de São Raimundo e Cacau-Pirêra.

O porto da “Balsa de São Raimundo”, situado no bairro de São Raimundo em Manaus, dista 6,0 km fluviais do porto de Cacau-Pirêra, distrito de Iranduba, ponto inicial de acesso às sedes municipais e demais localidades situadas

nas margens direita do rio Negro e esquerda do rio Solimões. O sistema de travessia por balsas administradas pela Sociedade de Navegação Portos e Hidrovias do Estado do Amazonas - SNPH, ainda é precário e deficiente.

O porto da “Balsa da CEASA” serve de interligação entre Manaus e sedes municipais do Domínio Baixo Solimões. Dista aproximadamente 14 km fluviais ao porto do Careiro da Várzea, ponto inicial para a ligação com os municípios do Careiro da Várzea, Autazes, Manaquiri e Careiro do Castanho. Nestes portos o sistema de travessia por balsas é de administração particular, porém é mais precário que o realizado pelo estado (Secretaria de Estado de Infra Estrutura). Com a recuperação da BR-319 o tráfego será muito mais intenso e certamente irá requer melhoria substancial deste serviço.

Os municípios de Iranduba e Manacapuru estão interligados pela rodovia Manoel Urbano – AM-070, principal via de acesso da região, estendendo-se por 84 km até a sede de Manacapuru. A rodovia tem início no porto de Cacau-Pirêra, distrito este que acolhe a maior concentração de olarias nos seus primeiros sete quilômetros. No Km 13 interliga-se com a rodovia AM-452, que estende-se para sul por 12 km até a sede de Iranduba, local onde se instala o pólo oleiro para telhas. O pólo de Ariaú está situado entre os quilômetros 36 e 48 da AM-70. Na altura do Km 78 da Manoel Urbano, tem-se o entroncamento com a rodovia AM-352, que liga através de 95 km, a sede municipal de Novo Airão. Uma rede de ramais interliga as diversas comunidades e áreas de produção agrícola destes municípios.

A BR-319 (Manaus – Porto Velho) é o principal eixo rodoviário entre os municípios do Baixo Solimões, cujas sedes do Careiro da Várzea e Careiro do Castanho encontram-se separados por aproximadamente 102 km da BR-319. Principais troncos rodoviários como a AM-254 (em fase de pavimentação) e AM-354 permitem o acesso respectivamente aos município de Autazes e Manaquiri (Figura 3.3).

O transporte aéreo não tem frequência em nenhum dos municípios, porém, pode ser efetuado por meio de aeronaves de pequeno porte (monomotor ou bimotor) utilizando-se pistas de pouso

das sedes da maioria dos municípios, como também em algumas fazendas ou ainda em utilização de hidroavião, devida a ampla rede de drenagem que possibilita este meio de locomoção.



Figura 3.3 – Principais rodovias da região: **A)** BR – 319; **B)** AM-254 (Autazes); **C)** AM-354 (Manaquiri); e **D)** AM-352 (Novo Airão).

## 4 – Aspectos Sócio-Econômicos da Área de Estudo

A área de estudo abrange em parte seis municípios (Manaus, Iranduba, Manacapuru, Careiro da Várzea, Manaquiri e Careiro do Castanho) tendo como centro Manaus, a maior cidade em expansão econômica e populacional da Amazônia, que abriga a sexta maior renda per capita do país.

Estes municípios perfazem no total uma superfície de 33.644 km<sup>2</sup> com população estimada para 2005 pelo IBGE de 1.824.444 habitantes.

As características sócio-econômicas permitem delinear três regiões distintas (Figura 4.1):

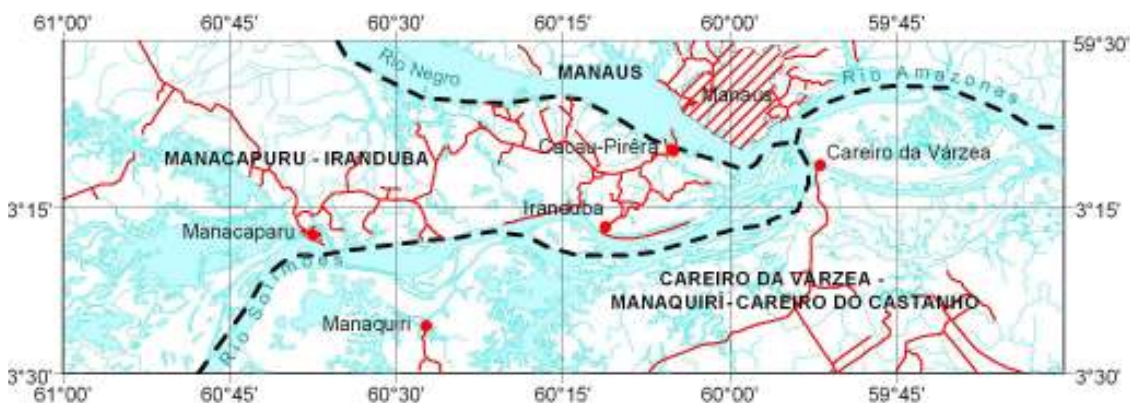


Figura 4.1 – Regiões do estudo com limites tracejado em preto.

a) Região que abriga os municípios de Manacapuru e Iranduba (DBS), onde estão localizados os principais pólos cerâmicos estruturais do Estado. Estes municípios ocupam uma área de 9.544 km<sup>2</sup>, maior que a do Distrito Federal, com população estimada pelo IBGE para 2005 de 124.139 habitantes e uma renda per capita de apenas R\$ 2.682,00 anuais. Em 2003 o PIB foi de apenas R\$ 282,8 milhões. A predominância econômica está no setor de serviços pouco produtivos (administração pública), oriundo de repasses de recursos federais às Prefeituras, por se tratar de municípios de insuficiente arrecadação (Figura 4.2).

b) Região onde está situada a cidade de Manaus, principal mercado consumidor da indústria cerâmica no Amazonas. Tem a maior densidade demográfica do estado e renda per capita considerada elevada para o país. Nesta região o dinamismo econômico é pujante. Com um PIB em 2003 de R\$ 23,3 bilhões, o setor industrial, que concentra grande

parte da produção de bens eletro-eletrônicos do país, é predominante (Figura 4.2).

c) Região que engloba parte dos municípios de Careiro da Várzea, Manaquiri e Careiro do Castanho, os quais ocupam uma área de 12.699 km<sup>2</sup>, duas vezes maior que o Distrito Federal. Historicamente é uma região com predomínio da atividade agropecuária, uma das mais dinâmicas do Amazonas. Embora com um PIB menor que as demais Regiões, de apenas R\$ 157,4 milhões, a sua estrutura econômica é equilibrada com uma ligeira predominância do setor de serviços considerada normal para as economias em desenvolvimento (Figura 4.2). Tem seu crescimento populacional e econômico inibido pela ausência de transporte eficiente com a capital, todavia é a que mais se apresenta com potencial para expansão populacional. Também sob o ponto de vista de matéria-prima cerâmica, é a de maior potencial da área estudada, ainda não explorada.



Em termos econômicos o setor industrial é o predominante na área do estudo como um todo. Em 2003 o Produto Interno Bruto foi na ordem de R\$ 23,6

bilhões e a participação desse setor foi de 72,92%, enquanto as dos demais setores econômicos foram irrisórias (Figura 4.2).

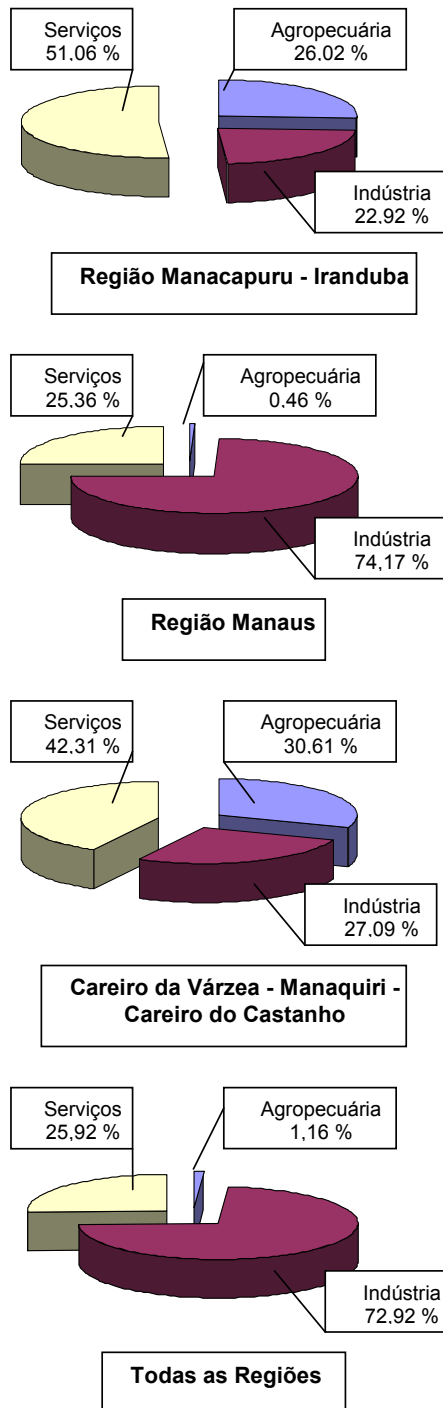


Figura 4.2 – Gráficos demonstrativos dos setores econômicos das distintas regiões na área do estudo (Fonte: IBGE – PIB dos Municípios em 2003)

A Tabela 4.1 e a Figura 4.2 permitem uma comparação entre as três

regiões mencionadas:

Regiões	População -2005- (hab)	Área (km <sup>2</sup> )	Densidade Demográfica (hab/km <sup>2</sup> )	Renda Per capita -2003- (R\$ 1,00)
Manacapuru - Iranduba (DBS)	124.139	9.544	13,01	2.268,96
Manaus (DBN)	1.644.690	11.401	144,26	14.965,00
Careiro da Várzea - Manaquiri - Careiro do Castanho (DBS)	55.615	12.699	4,38	2.759,32
<b>Total</b>	<b>1.824.444</b>	<b>33.644</b>	<b>54,23</b>	<b>13.933,64</b>

Tabela 4.1 – Área, população e renda das regiões do estudo. Fonte: IBGE.

#### 4.1 Infra-Estrutura Econômica

##### 4.1.1 Transporte

###### a) Região Manacapuru – Iranduba (DBS)

Nessa região o principal sistema de transporte que atende à logística industrial é o rodoviário. Os pólos oleiro-cerâmicos de Cacau-Pirêra, Ariaú e Iranduba são interligados a Manaus, seu maior mercado consumidor, pela rodovia estadual Manoel Urbano (AM-070) e através de um sistema de ferry-boat (balsa) que faz a travessia entre os portos de Cacau-Pirêra (distrito de Iranduba) e de São Raimundo (em Manaus), distantes cerca de 6 km, com tempo médio de quarenta minutos. A deficiência quanto ao número e condição das balsas desse sistema de travessia é o principal entrave na logística da indústria cerâmica local (Figura 4.3).

Internamente, todos os pólos dessa região dispõem de estradas vicinais pavimentadas ou não que propiciam acesso às indústrias cerâmicas localizadas fora do eixo das principais rodovias e cujo fluxo de transporte naquelas vicinais não-pavimentadas é prejudicado no período chuvoso.

O sistema hidroviário é mais utilizado pelo setor agropecuário e para transporte de passageiros. O setor industrial, excetuando o sistema ferry-boat, utiliza somente para abastecimento de municípios mais distantes que não dispõem de interligação por rodovias.

###### b) Região de Manaus (DBN)

A Região Metropolitana de Manaus dispõe de todos os sistemas modernos de transporte, exceto ferroviário, interligando-se doméstica e internacionalmente. O transporte rodoviário, entretanto, é o principal meio utilizado para o acesso às demais regiões, porém depende da travessia de grandes rios como o Negro e Solimões - Amazonas.

###### c) Região Careiro da Várzea – Manaquiri – Careiro do Castanho (DBS)

O sistema rodoviário é o de maior utilização nessa região, tanto para transporte de cargas como de passageiros, sendo que a principal rodovia é a BR-319 que interliga Manaus à Porto Velho no Estado de Rondônia. Sua interligação a Manaus também é feita através do sistema de ferry-boat (balsa) que faz a travessia do rio Negro e Amazonas simultaneamente, passando pelo encontro das águas, por uma distância de 13 quilômetros com duração média de 1h e 30 minutos.

O sistema de balsas utilizado para atendimento destas regiões apresenta baixa eficiência do processo de carga e descarga. A Figura 4.3 retrata a precária estrutura da área de atracação nos portos das balsas.

Os principais entraves ao desenvolvimento econômico dessa região encontram-se na precariedade do sistema de ferry-boat e no descaso da recuperação da BR-319, que apenas recentemente está sendo iniciada.

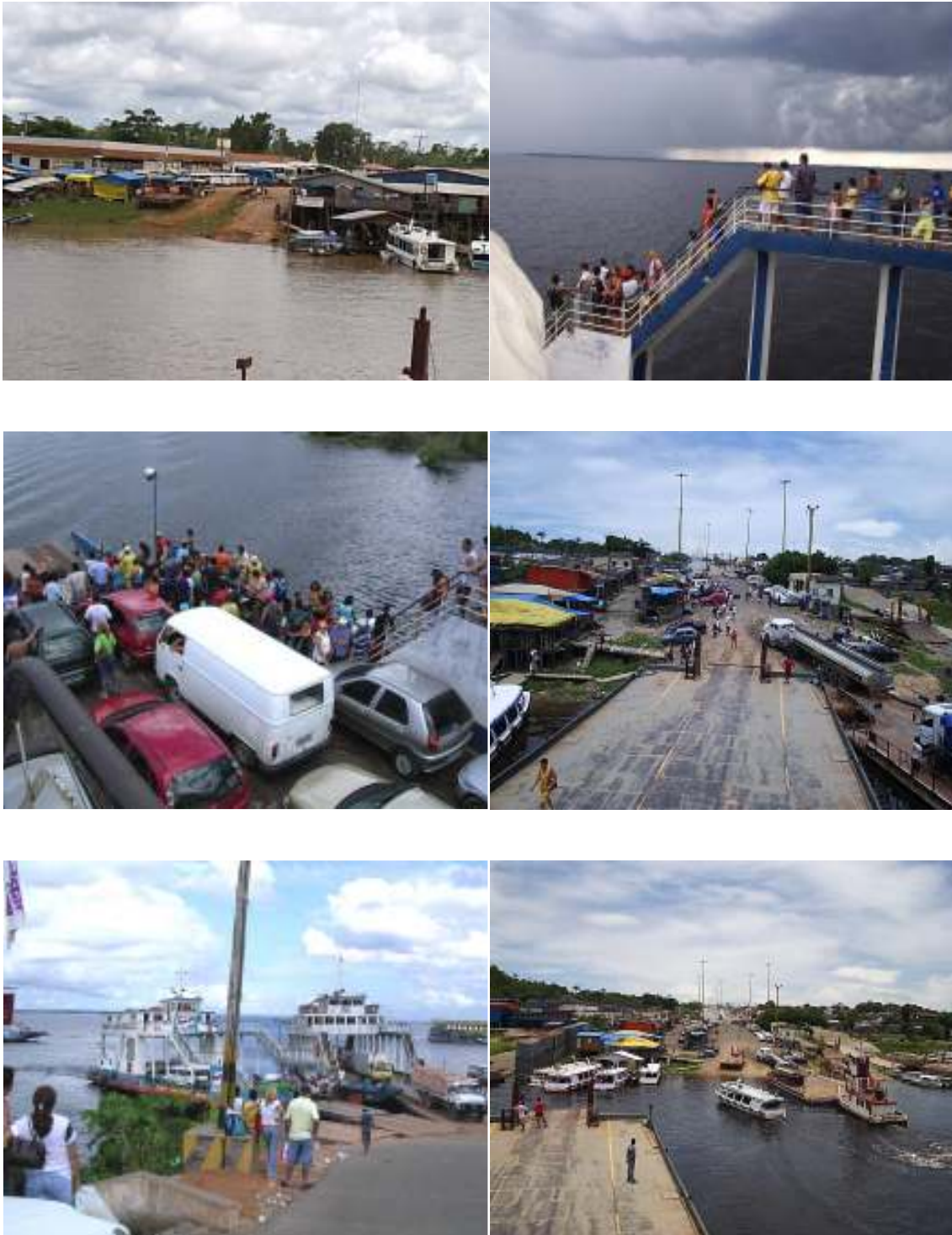


Figura 4.3 – Sistema de travessia através de balsas do tipo *ferry-boat*. Portos de embarque e desembarque (São Raimundo, Cacau-Pirêra, CEASA e Careiro da Várzea).

#### 4.1.2 Energia Elétrica

O fornecimento (geração e distribuição) de energia elétrica para as regiões de Manacapuru – Iranduba e Careiro da Várzea – Manaquiri – Careiro do Castanho é mantido pelas Centrais Elétricas do Amazonas – CEAM que, por sua vez, atende todo o interior do Estado através de unidades termelétricas. Em Manaus, a geração é garantida pela ELETRONORTE S/A através da Hidrelétrica de Balbina, unidades termelétricas e por geradoras independentes, e onde sua distribuição é realizada pela Manaus Energia S/A, uma subsidiária da ELETRONORTE. Recentemente foi colocada em operação uma linha de sub-transmissão que interliga o sistema de Manaus àqueles dos

municípios de Iranduba, Manacapuru e Novo Airão.

#### 4.1.3 Gás Natural

O abastecimento de Manaus com gás natural oriundo da província de Urucu no município de Coari (AM) através de gasoduto, cujo projeto está em andamento e com previsão para conclusão em março de 2008, contemplará também através de pontos de fornecimento vários municípios na sua trajetória, entre eles os de Iranduba e Manacapuru, abrangendo a área onde se insere os três principais pólos oleiro-cerâmicos da região.

A Figura 4.4 mostra a localização dos pólos oleiro-cerâmicos, dos portos das balsas, principais rodovias e o traçado projetado para o gasoduto.

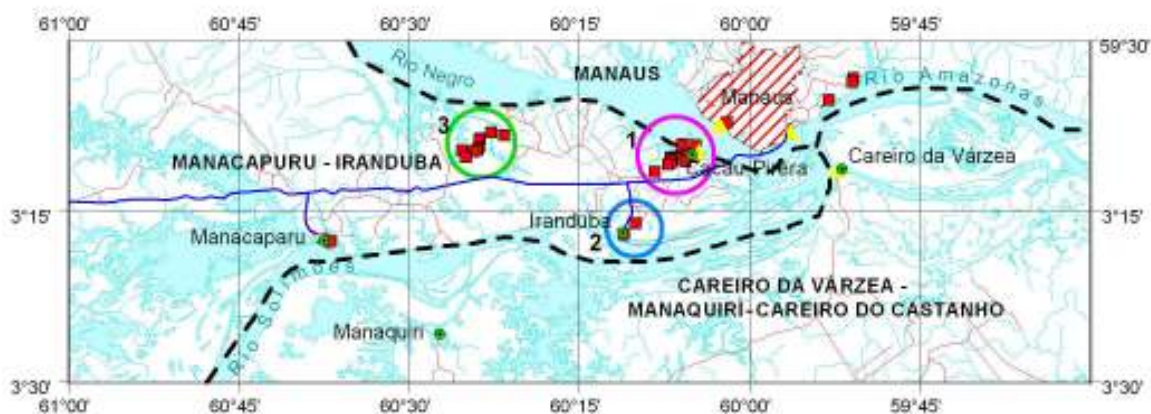


Figura 4.4 – Localização dos pólos oleiro-cerâmicos: 1-Cacau-Pirêra, 2-Iranduba e 3-Ariáú (círculos englobando as unidades fabris representadas por quadrados vermelhos); dos portos das balsas - terminais hidroviários para *ferry-boat* (triângulos amarelos); e traçado planejado do gasoduto Coari-Manaus (linha em azul).

#### 4.1.4 Comunicação

Todas as regiões (DBN e DBS) dispõem de serviço postal; a telefonia fixa é feita através da TELEMAR S/A e a móvel por meio de outras empresas do setor como a Amazônia Celular, Tim, Vivo, Oi e Embratel; em termos da radiodifusão, é possível captar as principais emissoras de televisão através de antenas parabólicas e rádios em ondas curtas e FM além de algumas emissoras locais. A mais bem servida destas regiões é a de Manaus por

ser uma cidade moderna, considerada a oitava maior em população segundo o IBGE.

#### 4.2 A Importância Social e Econômica da Indústria Oleiro-cerâmica para a Região.

Os incentivos fiscais criados em 1967 para a indústria de transformação de Manaus objetivaram o desenvolvimento de um grande mercado consumidor no centro da Amazônia Ocidental fomentado pelos recursos oriundos das vendas desse



segmento industrial para os grandes centros consumidores brasileiros e do exterior.

O crescimento da demanda global fomentado pela indústria, por sua mão-de-obra e pela infra-estrutura econômica e social, estimulou o fornecimento de bens e serviços pela região para esse mercado, transformando a capital do estado num importante pólo de desenvolvimento regional do país.

Dentre os efeitos mais conhecidos por essa estratégia de desenvolvimento regional, está o da expansão agropecuária, da indústria de bens intermediários e daquela de bens de consumo local na região e de seu entorno.

Sob esse aspecto, os pólos oleiro-cerâmicos de Cacau-Pirêra, Iranduba e Ariaú, situados na região Manacapuru –

Iranduba, refletem este efeito, ou seja, a indústria cerâmica se transformou num instrumento de desenvolvimento regional que tem sua origem na expansão econômica de Manaus. As indústrias cerâmicas dessa região constituem Aglomerados Produtivos, que juntos, poderão evoluir para a formação de um único Arranjo Produtivo Local – APL.

Fornecedora de bens intermediários para a construção civil local, a indústria oleiro-cerâmica cresce em proporção semelhante, já que ainda predomina fortemente o uso da cerâmica vermelha como elemento estrutural e de vedação.

No período de 2000–2003, a construção civil no Amazonas, concentrada em Manaus acumulou um crescimento de 49%, conforme a Tabela 4.2.

Ano	PIB (R\$ milhões)	Construção (R\$ milhões)	Participação (%)
2000	18.873	1.642	8,7
2001	20.736	1.970	9,5
2002	25.030	2.153	8,6
2003	28.063	2.441	8,7

Tabela 4.2 – Participação da Construção Civil no PIB do Amazonas.  
Fonte: IBGE – Contas Regionais 2003.

O setor oleiro-cerâmico tem elevada participação na formação do Produto Interno Bruto da região, onde cerca de 70% do valor da sua produção é valor agregado bruto, como ilustrado na

Tabela 4.3 e, importante contribuição na geração de renda e consumo de sua população que por sua vez dinamiza as demais atividades econômicas como ilustrado na Figura 4.5.

Pólos	Valor da Produção (R\$)	Consumo Intermediário (R\$)	Valor Agregado Bruto (R\$)
Ariaú	5.206.560,00	2.103.001,81	3.103.558,19
Cacau-Pirêra	13.146.300,00	4.444.393,20	8.701.906,80
Iranduba	5.212.080,00	646.775,93	4.565.304,07
Total	23.564.940,00	7.194.170,94	16.370.769,06
%	100,00	30,53	69,47

Tabela 4.3 – Produção, Consumo Intermediário e Valor Agregado Bruto da Indústria Cerâmica - 2005.  
Fonte: CPRM (este estudo).

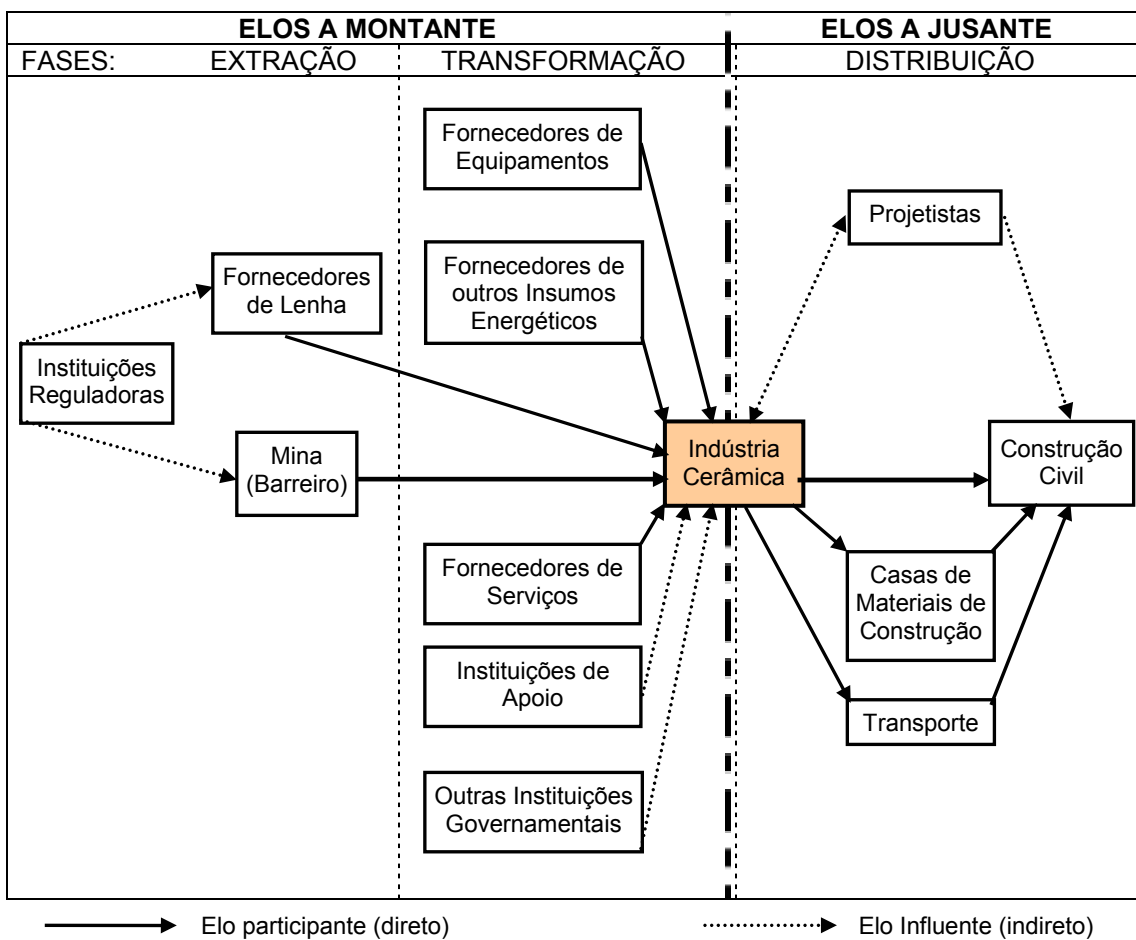


Figura 4.5 – Esquema da Cadeia Produtiva da Indústria Oleiro-cerâmica da Região.  
 Fonte: CPRM (este estudo).

## 5 - Aspectos Fisiográficos

### 5.1 Clima

O clima da região na área de estudo, de acordo com a classificação de Koppen, é do tipo AM, Equatorial Quente e Úmido com estação seca, sendo classificado como AW (A = climas tropicais chuvosos, W = de verão).

A CPRM – Serviço Geológico do Brasil, através da área de Hidrologia da Superintendência Regional de Manaus, constitui o principal veículo de informação e

consolidação de dados hidrológicos e hidrogeológicos da Região Amazônica. Além das atividades voltadas ao controle das cheias e vazantes das principais bacias hidrográficas, executa o monitoramento de estações pluviométricas, cujos dados climatológicos apresentados a seguir referem-se às estações localizadas nos municípios de Manaus e Manacapuru, as quais são representativas da área de abrangência do projeto.

Estação Pluviométrica	Variação de Precipitação (mm)		
	Mínima	Máxima	Média
<b>Manaus</b> (1997-2005)	1.779 (em 2003)	2.776 (em 2005)	2.335
<b>Manacapuru</b> (1972-Jul/2005)	1.711 (em 1987)	2.921 (em 1988)	2.253

Tabela 5.1 – Variações e médias de precipitação dos municípios de Manaus e Manacapuru (fonte: CPRM – Manaus).

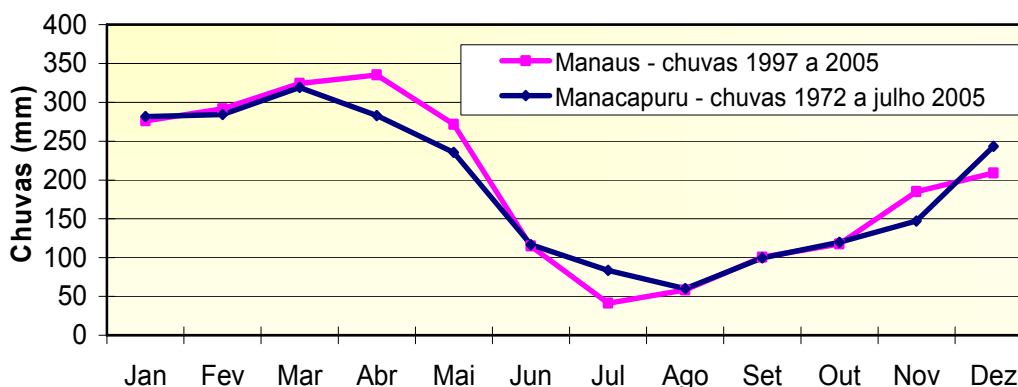


Figura 5.1 – Hietograma de precipitação pluviométrica para as regiões de Manaus e Manacapuru - médias mensais no período de registro (Fonte: CPRM – Manaus).

De acordo com a Tabela 5.1 e Figura 5.1 as médias mensais e, por conseguinte anuais de precipitação apresentam padrão similar e não mostram diferenças significativas de Manaus para Manacapuru.

O período mais chuvoso (inverno) compreende os meses de dezembro a maio, enquanto o período de seca (vazante dos rios - chove menos), aos meses de julho novembro. Nos meses de julho e

agosto o índice pluviométrico geralmente é inferior a 60 mm.

O regime térmico observado todos os meses do ano, apresenta uma oscilação de 5°C, com temperatura média de 26,7°C chegando ao pico de 38/40°C em agosto/setembro.

A umidade relativa do ar apresenta uma média mensal de 84%, com oscilação de 77 a 88% (Figura 5.2).

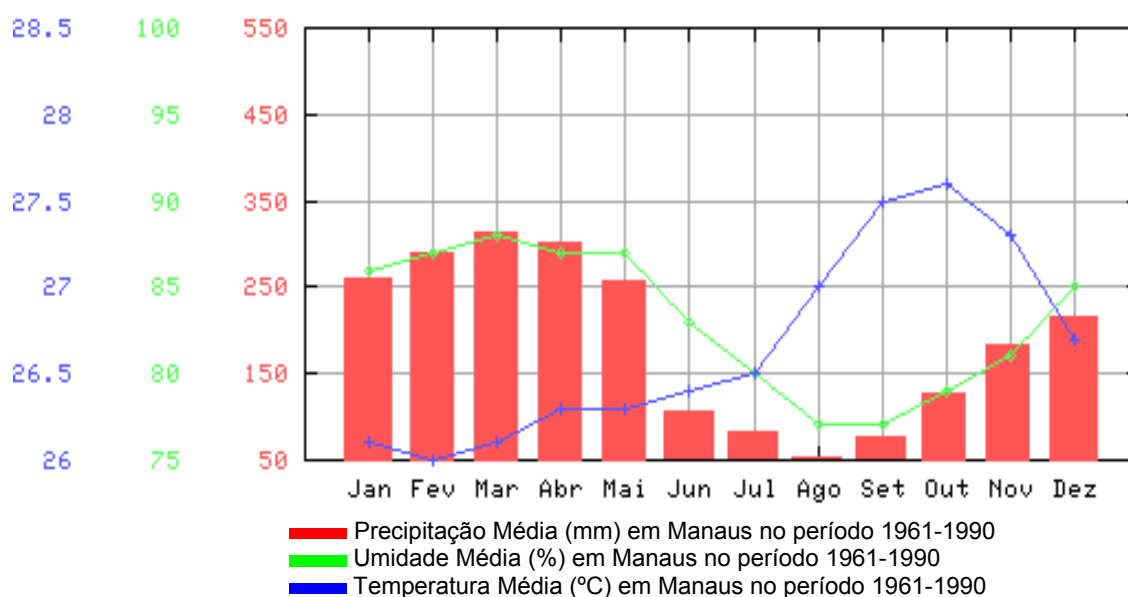


Figura 5.2 – Diagrama de Precipitação, Umidade e Temperatura Médias em Manaus. (Fonte: INMET 2005).

Na área do estudo a evapotranspiração é intensa, devido a cobertura vegetal e a extensão superficial das bacias hidrográficas, que permitem formação de nuvens rapidamente. A maior

taxa de evaporação, normalmente acontece no quadrimestre julho-outubro, que corresponde ao período de menor umidade. O período de maior insolação é de junho a outubro (Figura 5.3).

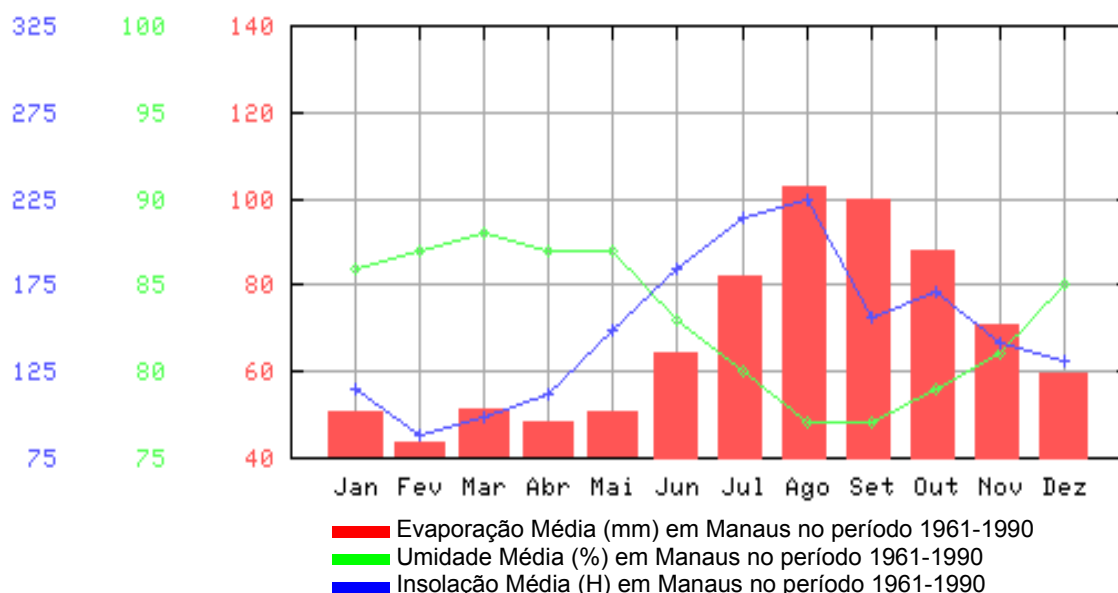


Figura 5.3 – Diagrama de Evaporação, Umidade e Insolação Médias em Manaus (Fonte: INMET 2005).

## 5.2 Relevo

O relevo da região na área de estudo encontra-se representado basicamente por duas principais unidades geomorfológicas: platôs dissecados separados por planícies fluviais.

Os platôs dissecados (Figura 5.4) representam superfícies tabulares e

colinosas, delimitadas por ruptura de declive em diferentes níveis topográficos, com cotas variando, em geral, de 50 a 100 metros. Constituem as áreas de terra firme, predominante na região, normalmente representadas por rochas sedimentares da Formação Alter do Chão, em geral, intemperizadas e lateritizadas. Caracterizam formas de relevo geradas por processos erosivos.



Figura 5.4 – Platôs formados por rochas sedimentares da Formação Alter do Chão

As planícies fluviais constituem terrenos aplanados, aptos ao acumulo da sedimentação fluvial, configurando áreas sazonalmente inundáveis que formam as

planícies aluvionares ou várzeas. São característicos os diques marginais, canais anastomosados, lagos, paranás, igarapés, igapós e ilhas.



Figura 5.5 – Planícies formadas pela acumulação de sedimentos aluvionares.

### 5.3 Vegetação

Magnago *et al.* (1978), no mapeamento fitoecológico da Folha SA.20-Manaus, registraram para a área de abrangência do estudo, o predomínio de Floresta Densa Tropical tanto nas áreas de baixos platôs (Floresta das Terras Baixas) como em áreas de planícies e terraços aluvionares (Floresta Aluvial). Assinalaram ainda áreas marcadas pela interpenetração de formações pioneiras e florestais (subordinadas).

Na atualidade, as áreas antrópicas configuram um crescente quadro modificador ao cenário da vegetação no entorno das sedes municipais e lateralmente as rodovias.

As Formações Pioneiras estão restritas àquelas áreas onde há a influência das inundações, quer periódicas ou permanentes. Registram estágios de evolução nas diversas fases: submersa, flutuante, alagada, de charco, arbustiva e arbórea (clímax).

Nos baixos platôs dos interflúvios tabulares aparece a Floresta Aberta, quase sempre em comunhão com a Floresta Densa, porém, ocupando terrenos mais rebaixados e predominantemente mais arenosos.

Na região, as formações florestais são popularmente caracterizadas por: matas de terra firme e matas de várzea e igapós (Figura 5.6).



Vegetação de várzea



Mata de igapó e de terra firme ao fundo

Figura 5.6 – Formações florestais.

A Floresta de Várzea e igapó é própria de áreas que se encontram periodicamente sujeitas às inundações por ocasião do transbordamento dos rios pelas margens, em planícies e terraços aluviais. O seu porte é menos expressivo do que a Floresta de Terra Firme e apesar do solo ser bastante fértil, sua diversidade florística também é menor. Este tipo ocorre com frequência nas margens dos rios Amazonas e Negro, em regiões de lagos e planícies dos rios Ariáú e Manacapuru.

Nas planícies do rio Solimões ocorre uma vegetação composta por arbustos, gramíneas e mangues tropicais.

A floresta de várzea revela ainda uma grande quantidade de plantas aquáticas, principalmente nos lagos, como a vitória-régia, o mureru, a canarana, etc. (Figura 5.6).

Os igapós do rio Negro, cuja água é escura devida a dissolução de ácidos húmicos, encontram-se em áreas de influência de águas ácidas, pobres em nutrientes e constituídas por sedimentos arenosos provenientes de um embasamento rochoso variado.

A Floresta de Terra Firme encontra-se em áreas de cota mais

elevada, portanto, isenta da influência da sazonalidade das inundações pelas drenagens. Pode ser constituída por Floresta Densa, com grande variedade arbórea tais como árvores altas emergentes ou de menor porte, arbustos e ervas, e Floresta Aberta, oriunda da Floresta Densa, que permite, contudo, maior penetração dos raios solares com desenvolvimento de palmeiras e de cipós.

Em diversas áreas do município de Iranduba, há registro de florestas secundárias que assinalam diferentes estágios de desenvolvimento regenerativo,

sendo resultado da ação antrópica no desmatamento para a formação de pastos e desenvolvimento de outras culturas, para a exploração de recursos naturais minerais (áreas lavradas de argila, areia e arenito) ou vegetais (extrativismo).

A Figura 5.7 foi elaborada basicamente em interpretação de imagem SPOT. Na região ainda existem remanescentes primitivos da outrora exuberante floresta. As áreas degradadas pela mineração de argila é mínima em relação a de outras formas de uso e ocupação do solo.



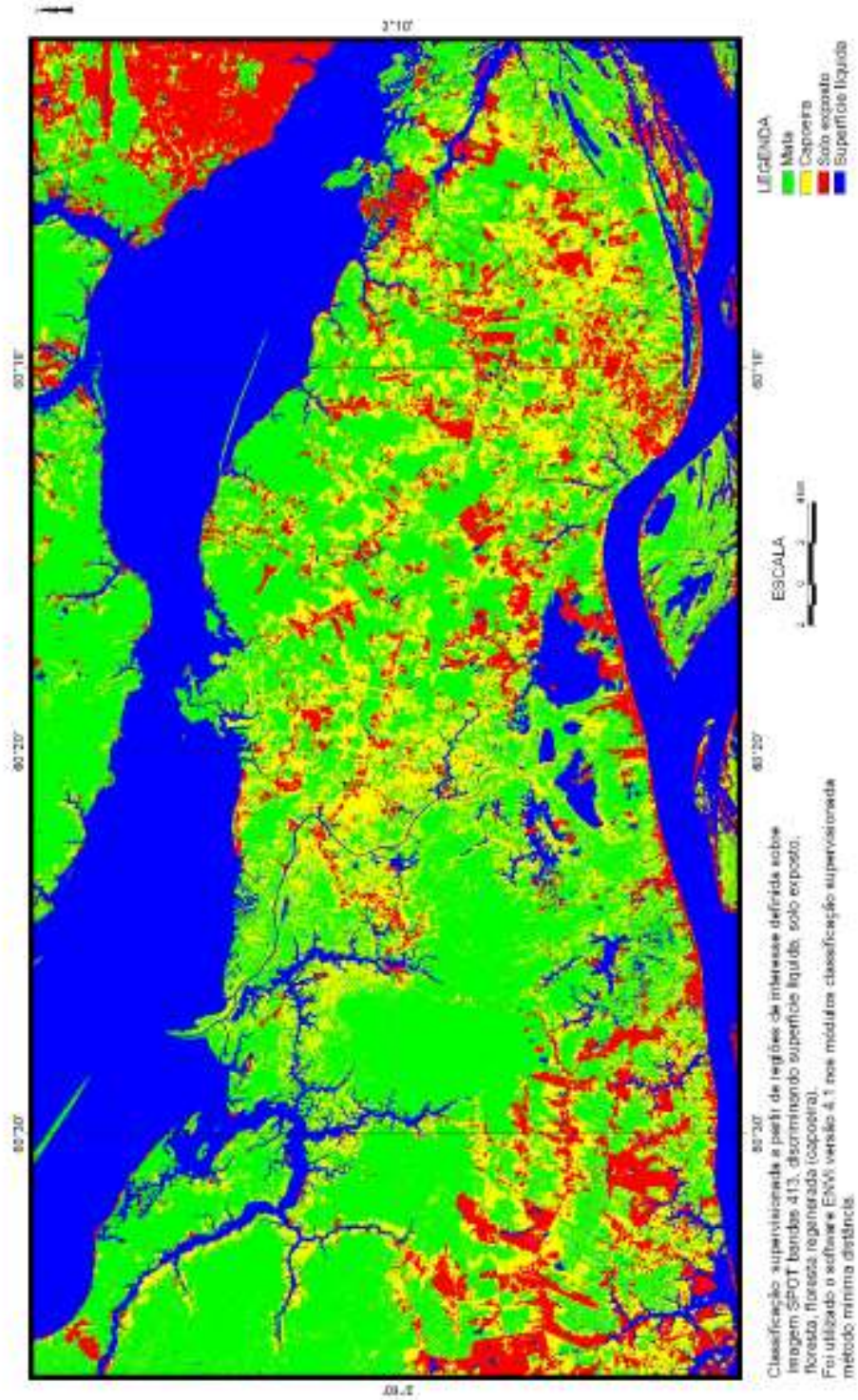


Figura 5.7 – Áreas com vegetação primitiva, secundária e de solo exposto. (Elaborada pelo setor de geoprocessamento da Superintendência Regional de Manaus - SUREG-MIA do SGB-CPRM).



### 6.1 Introdução

Os estudos fotogeológicos anteriormente conduzidos por Reis & Figueiredo (1983) na área em estudo, além de registrar áreas caracteristicamente representadas pela Formação Alter do Chão, vieram também identificar uma unidade sedimentar mais jovem do que a referida formação, a que os autores corresponderam como uma unidade terció-quadernária pleistocênica (TQp), possivelmente relacionada à Formação Solimões ou Formação Içá.

Esta unidade fotogeológica sedimentar registrava uma morfologia própria, distinto padrão de drenagem e ampla área de distribuição por toda a margem direita do Baixo Solimões e Médio Amazonas, com destaque para a ilha Tupinambarana.

Ao Holoceno, os autores detiveram-se em três principais unidades sedimentares (Qh1, Qh2 e Qh3), as quais foram objeto principal dos estudos voltados à pesquisa e caracterização de depósitos de turfa na região.

As atividades de campo geradas por este estudo trouxe novas perspectivas ao chegue daquelas unidades sedimentares que configuram as terras firmes e que recobrem extensão dos municípios de Manacapuru, Iranduba, Careiro da Várzea, Manaquiri e Careiro do Castanho.

Deste modo, os levantamentos geológicos expeditos possibilitaram reconhecer uma grande área de exposição da Formação Alter do Chão em áreas previamente estabelecidas ao Terciário-Quaternário e Holoceno (Qh3) daqueles autores. Sua principal característica atém-se no padrão morfológico oriundo de dois principais e importantes aspectos pós-paleozóicos da Bacia Amazônica: processos de intenso intemperismo (lateritização) e neotectônica.

Sob o aspecto dos diferentes padrões morfológicos apontados por Reis & Figueiredo (1983) para a região, buscou-se

por meio do estudo geomorfológico dirigido, o estabelecimento e a caracterização das sub-divisões morfológicas propostas para a unidade Alter do Chão (morfo-unidades Kac I a IV) e depósitos neogenicos holocênicos (Nh1 e 2).

A diversidade das unidades de relevo reflete, à princípio, a atuação dos processos erosivos sub-recentes e neotectônicos sobre os extensos perfis de lateritização desenvolvidos sobre as rochas mesozóicas da região.

Os estudos geomorfológicos foram conduzidos inicialmente por meio dos prévios informes fotogeológicos disponibilizados na área de estudo. Seguiu-se a interpretação sobre imagens de satélite TM5 LANDSAT utilizadas como “âncora”, em composição colorida 5R4G3B do ano de 2002. Configuraram ainda auxílio na fotointerpretação, fotografias aéreas na escala de 1:50.000 e modelo digital do terreno, obtido através de imagens de radar SRTM (*Shuttle Radar*). As bases planialtimétricas integradas foram oriundas do IBGE e DSG na escala de 1:100.000.

### 6.2 Contexto Geomorfológico Regional

A área em estudo assinala domínios de planaltos, estes, exibindo forte padrão de entalhe de rede de drenagem e variação nos níveis altimétricos, encontrando-se separados pela planície fluvial do rio Amazonas. Este domínio geomorfológico foi primeiramente sistematizado e cartografado por Barbosa *et al.* (1978). Os autores denominaram de Planalto Dissecado Rio Trombetas – Rio Negro e Planalto Rebaixado da Amazônia esta extensa zona de baixos platôs dissecados. Posteriormente, Ross (1985, 1991) e IBGE (1995) optaram por abranger ambas as feições de planaltos em uma grande unidade geomorfológica a que denominaram Depressão Amazônica. Sua principal característica atém-se às baixas altitudes, com cotas que variam entre 100 a 180 metros, e cuja baixa amplitude de relevo não coaduna com uma área de planalto.

CPRM, 2006 propôs a denominação “Baixos Platôs da Depressão Amazônica” para a região compreendida entre Manaus e aqueles platôs mais elevados que ocorrem na proximidade da Hidrelétrica de Balbina, ao norte de Manaus, e cujas cotas raramente excedem a 160 metros.

Este mesmo quadro é verificado para a morfologia da área em estudo, empregando-se, deste modo, a mesma denominação em substituição a Planalto Dissecado Rio Trombetas – Rio Negro, permanecendo a nomenclatura original para as demais unidades.

Em suma, as unidades morfoesculturais presentes na área de estudo são descritas em Baixos Platôs Dissecados da Depressão Amazônica, Planalto Rebaixado da Amazônia e Planície Amazônica (Figura 6.1).

### **6.3 Compartimentação Geomorfológica**

A área do estudo está inserida no Baixo Solimões, despontando a Formação Alter do Chão do Cretáceo Superior. Esta unidade reúne litologias sedimentares depositadas sob paleocondições fluviais meandrantes. Duas principais unidades holocênicas caracterizam as planícies e terraços fluviais. A Formação Alter do Chão, apesar de revelar monotonia de seus litotipos sedimentares, via-de-regra, tem na dinâmica da neotectônica o principal agente gerador dos compartimentos morfotectônicos e morfoestruturais. Estes domínios compartimentais respondem pelas maiores formas de relevo que serão aqui descritas.

No Neógeno, as rochas Alter do Chão foram submetidas a um longo período de intemperismo e lixiviação, processos estes que efetivaram mantos de alteração com espessuras variáveis e de dezenas de metros. Os processos supergênicos encontram-se representados por diferentes fases na formação dos perfis lateríticos (Horbe *et al.* 1997,1999).

Os processos intempéricos sob condições de clima tropical quente úmido a semi-úmido no decorrer do Neógeno

propiciaram a formação de solos muito desenvolvidos e lixiviados, predominando o tipo Latossolo Amarelo e notáveis ocorrências de Espodosolos.

São reconhecidas as unidades de relevo representadas por planícies fluviais amazônicas, interflúvios tabulares e superfícies colinosas, estas, desenvolvidas sobre litologias Alter do Chão e depósitos holocênicos (Figura 6.2).

#### **6.3.1 Planície Fluvial Amazônica**

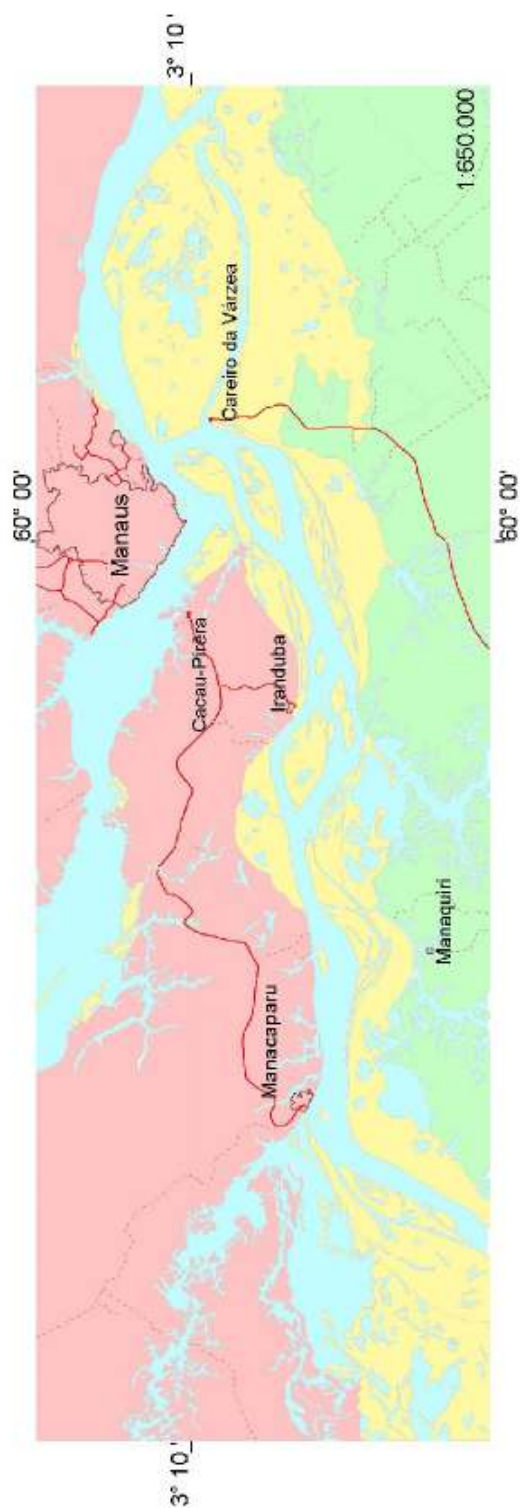
A Planície Fluvial Amazônica está representada por um conjunto de formas de agradação geradas pela sedimentação fluvial recente. É constituída por terrenos temporariamente inundáveis que preenchem os vales dos cursos fluviais principais. Na região, esta planície desenvolve-se preferencialmente na margem direita dos rios Solimões e Amazonas formando as “terras baixas”. As unidades geológicas holocênicas Nh1 e Nh2 têm total expressão neste compartimento.

A Planície Amazônica reúne feições de relevo originárias dos processos fluviais da calha do rio Amazonas, tais como as planícies e terraços fluviais e planícies flúvio-lacustres, cuja cota média varia de 20 a 35 metros. Formas características encontram-se representadas por paranás, furos, igarapés e lagos com gênese indiferenciada, diques aluviais, canais e cordões arenosos, brejos e igapós.

##### **6.3.1.1 Planície Fluvial e Flúvio-lacustre Indivisa (Apf/Apfl) - Aluviões Recentes (Nh1)**

Representam uma superfície subhorizontal a plana e inundável. A depender da dinâmica fluvial há o surgimento de inúmeras ilhas e cordões arenosos alongados preferencialmente no interior do canal, além de diques marginais. As áreas de intensa dinâmica fluvial reunindo planícies fluviais e flúvio-lacustres foram agrupadas em uma única unidade devida a dificuldade de sua individualização. Correspondem à unidade geológica Aluviões Recentes (Nh1), com ocorrência nas principais drenagens no

## COMPARTIMENTAÇÃO GEOMORFOLÓGICA



### Domínios Morfoesculturais

- Baixos Platôs da Depressão Amazônica  
(Planalto Dissecado Rio Trombetas-Rio Negro)
- Planalto Rebaixado da Amazônia
- Planície Amazônica

Figura 6.1 – Domínios Morfoesculturais da área do estudo

## UNIDADES DE RELEVO

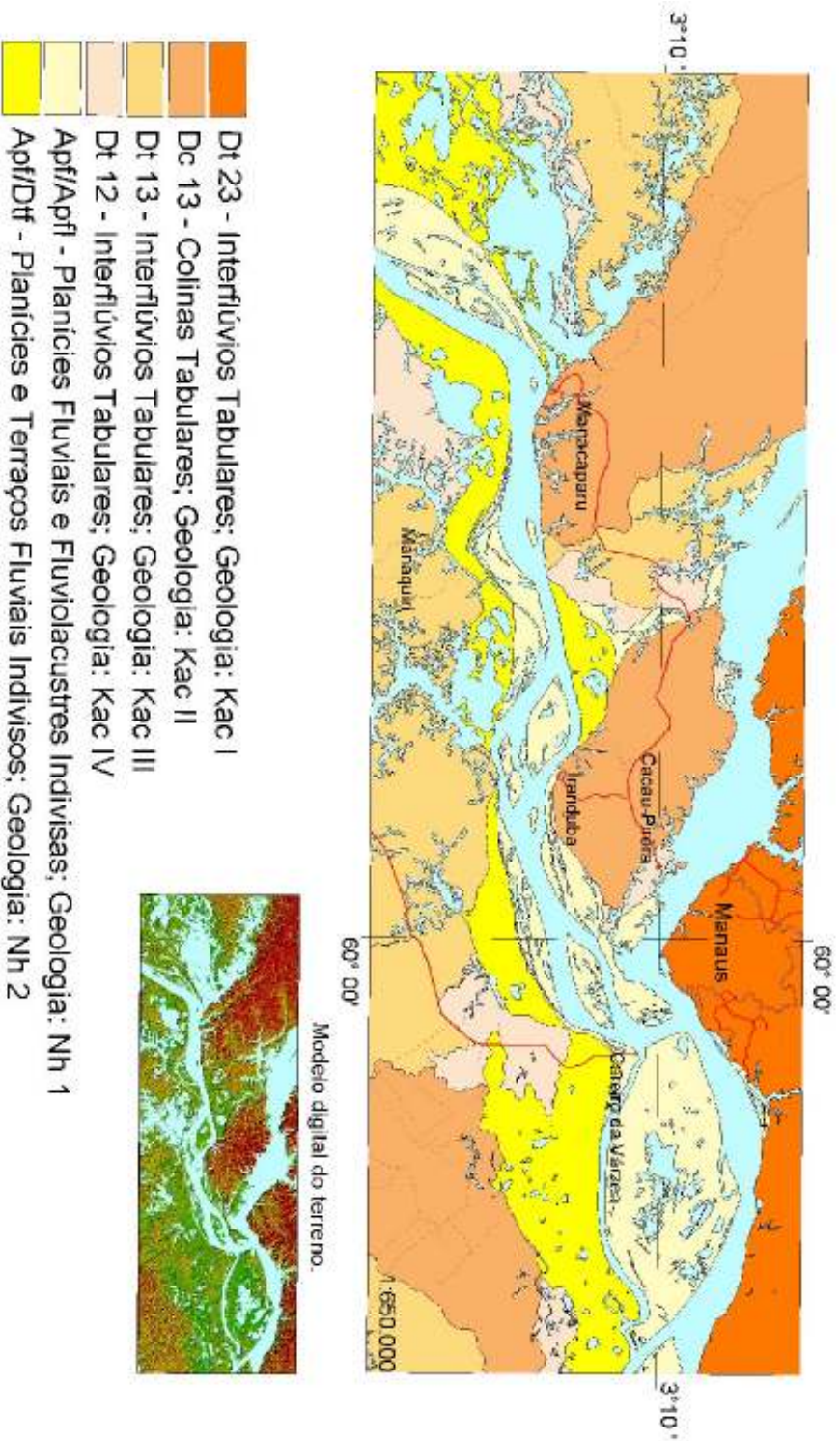


Figura 6.2 – Unidades de relevo



Domínio Baixo Solimões (Figuras 6.3).

Nas áreas de lagos localizados internamente às ilhas fluviais, a exemplo da ilha Careiro, a planície encontra-se recoberta por recentes depósitos argilosos, prolongadamente inundáveis e situados em depressões que formam brejos ou alagados ou antigos lagos de meandros abandonados (*ox-bow lakes*). Constituem um típico ambiente de decantação e de franca deposição de matéria orgânica com acentuado grau de imaturidade. São comuns depósitos de folhas com espessura métrica, via-de-regra, na foz de lagos ou canais temporários (Reis & Figueiredo 1983).

### 6.3.1.2 Planície Fluvial e Terraços Indivisos (Apf/Dtf) – Terraços (Nh2)

Os terraços fluviais representam antigas planícies fluviais que devido ao rebaixamento do nível de base do canal foram alçadas a uma cota acima das cheias sazonais e consolidadas em um patamar mais elevado do que as planícies fluviais atuais, inundáveis em determinadas ocasiões de subida do nível dos rios. Apresentam, de uma maneira geral, superfícies planas a levemente inclinadas, pouco dissecadas, encontrando-se cartografada em conjunto com as planícies fluviais (Figura 6.4). Encontra correspondência com a unidade geológica Planície Aluvionar Antiga (Terraços-Nh2).

### 6.3.2 Superfícies Tabulares e Colinosas

As Superfícies Tabulares congregam um conjunto de formas de relevo que se encontram geralmente em posição de interflúvio, e que foram submetidas a processos de denudação de baixa a moderada intensidade, dando origem localmente a zonas colinosas e platôs remanescentes de processos de lateritização e erosão.

Englobam um conjunto de formas de relevo de topo convexo, produto da intensa dissecação da rede de drenagem sobre os perfil lateritizados da Formação Alter do Chão. Localmente, ocorre a preservação dos topos aplainados,

recebendo a denominação de colinas tabulares.



Ilha fluvial do rio Solimões



Porto do Careiro da Várzea (foz do rio Solimões)



Lago do Calado (Manacapuru)

Figura 6.3 – Planícies fluviais - Aluviões Recentes (Nh1)



Planície fluvial alagada. Local: proximidade do porto de Careiro da Várzea



Característica área de terraço aluvial e relevo plano. Local: Paraná do Curuçá, BR-319



Terraços fluviais. Local: Paraná do Curaçá, BR-319

Figura 6.4 – Planícies fluviais - Terraços (Nh2)

De uma maneira geral, as colinas apresentam formas amplas com amplitude inferior a 20 metros, e vertentes suaves, com vales incisivos ou alargados, configurando uma superfície ondulada. Ocorrem em cotas que variam entre 35 a 100 metros, com raros platôs atingindo 120

metros e localizados na porção nordeste da área do estudo, a leste de Manaus.

### 6.3.2.1 Interflúvios Tabulares (Dt 12) – Formação Alter do Chão (morfounidade Kac IV)

A unidade Interflúvios Tabulares (Dt12) corresponde àquelas áreas sujeitas à inundação sazonal, contudo, em situação espacial distal em relação ao curso fluvial principal. Representam-se por sedimentos semi-consolidados e intemperizados da unidade Alter do Chão, tendo recebido neste estudo a designação “Kac IV”. No terreno, sua fisiografia revela discretas ondulações e características linhas de montículos de areia siltica com até 1,0 metro de altura e de extensão variada, conferindo feição peculiar (Figura 6.5).



Figura 6.5 – Superfície plana a levemente ondulada, com concentração de areia formando montículos de até 1 metro de altura, bastante característico da unidade Dt 12 – Interflúvios Tabulares. Aparece com frequência zonas alagadiças. BR-319 no trecho da morfounidade Kac IV.

O relevo apresenta superfícies de topografia plana a levemente ondulada com entalhamento dos vales muito fraco (< 20 metros) e distância interfluvial grande (1.750 - 3.750 metros), cuja amplitude das formas raramente excede aos 5 metros, enquanto que a dissecação da rede de drenagem revela-se fraca (Figura 6.6).

O padrão de drenagem desenvolvido é do tipo dendrítico a subdendrítico, com expressivos trechos retilíneos. De acordo com o quadro de distribuição das unidades geológicas propostas por Reis & Figueiredo (1983),



Figura 6.6 – Superfície plana a levemente ondulada que caracteriza a unidade Dt 12 – Interflúvios tabulares. Local: BR-319 no trecho da morfounidade Kac IV.

corresponderia a uma terceira e mais distal unidade holocênica, ocasionalmente alagada nos períodos de chuvas intensas (Figura 6.7).



Figura 6.7 – Zonas alagadiças da unidade Dt 12 – Interflúvios tabulares. Local: Início da AM-250 (Autazes), trecho da morfounidade Kac IV.

### 6.3.2.2 Interflúvios Tabulares (Dt 13) – Formação Alter do Chão (morfounidade Kac III)

Esta unidade caracteriza-se por uma superfície plana a levemente ondulada, com entalhamento dos vales muito fraco (< 20 metros) e dimensão interflúvia média (750 - 1.750 metros), propiciando amplitudes de relevo inferiores a 10 metros. Representa a maior distribuição morfológica na região do Baixo Solimões, com destaque para as imediações dos municípios do Manaquiri e Careiro do Castanho que integram porções mais a sul do estudo (Figura 6.8).



Superfície levemente ondulada a colinosa da unidade Dt 13 – Interflúvios Tabulares. Local: AM-354 (Manaquiri)



Interflúvios tabulares desenvolvidos sobre espessos perfis lateríticos. Local: AM-250 (Autazes)



Porção colinosa desenvolvida pela maior dissecação da rede de drenagem. Local: BR-319 (Careiro do Castanho)

Figura 6.8 – Interflúvios Tabulares - Formação Alter do Chão (morfounidade Kac III)

Na região do Baixo Solimões, os interflúvios tabulares apresentam-se separados por amplos vales com fraco declive, amplitude média inferior a 10 metros e moderada dissecação da rede de



drenagem. Localmente há a formação de zonas colinosas suaves e de baixa amplitude, inferiores a 20 metros e menor distância interfluvial com vales mais encaixados (Figura 6.8). De acordo com Reis & Figueiredo (1983), a rede de drenagem revela comportamento retilíneo, com leve sinuosidade e cuja morfologia mantém padrão constante de colinas a platôs rebaixados e onde a drenagem torna-se por vezes pouco desenvolvida.

Corresponde à unidade geológica Tércio-Quaternária Indiferenciada (TQp) proposta por Reis & Figueiredo (1983), cuja principal área de ocorrência encontra-se fora da região de estudo, verificada no Médio Amazonas, no âmbito dos paranás Ramos e Urariá, ilha Tupinambarana. Recebeu neste estudo a designação de “Kac III”, motivada pelas suas características geológicas e morfológicas no terreno, correspondendo ao horizonte argiloso mosqueado do perfil laterítico desenvolvido sobre as rochas arenó-argilosas da Formação Alter do Chão.

### 6.3.2.3 Colinas Tabulares (Dc 13) – Formação Alter do Chão (morfofounidade Kac II)

Esta unidade reúne formas de relevo caracterizadas por superfícies colinosas suaves e de topo tabular, com entalhamento dos vales muito fraco (< 20 metros) e distância interfluvial média (750 - 1750 metros) gerando amplitudes de relevo entre 10 e 20 metros. Apresenta significativa distribuição morfológica na região do Baixo Solimões, com destaque para as regiões dos municípios de Manacapuru, Iranduba e Autazes, esta, à leste da área do estudo. Mantém interface com a unidade “Kac I” em trecho correspondente da rodovia Manacapuru – Novo Airão (Figura 6.9).

Registra superfícies com cotas altimétricas mais elevada da região do Baixo Solimões, representada por relevo colinoso de topo convexo a tabular separado por vales de declive moderado. A rede de drenagem apresenta padrões dendrítico a sub-retangular, ficando evidenciado maior controle estrutural.



Figura 6.9 – Colinas de topo tabular que em corte revelam espessos perfis lateríticos. Formação Alter do Chão (morfofounidade Kac II). Local: AM-352 (Manairão).

Esta unidade interage com aquela geológica da Formação Alter do Chão (morfofounidade Kac II). Tem expressão tanto em cotas mais elevadas quanto no fundo dos vales, podendo alcançar até 3,0 metros de espessura e superfícies inferiores a 2 km<sup>2</sup>.

### 6.3.2.4 Interflúvios Tabulares (Dt 23) – Formação Alter do Chão (morfofounidade Kac I)

Esta unidade corresponde às superfícies levemente onduladas a colinosas, com fraco entalhamento dos vales (20 a 40 metros) e dimensão interfluvial média (750 - 1.750 metros).

A amplitude de relevo apresenta-se inferior a 40 metros e com dissecação da rede de drenagem moderada a alta, gerando por vezes zonas colinosas. Há ainda a presença restrita de platôs lateríticos nas proximidades de Manaus, demarcando fragmentos de uma superfície regional mais elevada.

Tem expressão no Domínio do Baixo Negro, cujo aspecto morfológico está registrado ao longo de vários quilômetros da orla fluvial da margem esquerda do rio Negro na proximidade do Médio Amazonas, encontrando-se representado por exposições sedimentares da Formação Alter do Chão com dezenas de metros de altura e formando *fronts* escarpados (Figura 6.10).





Figura 6.10 – *Fronts* escarpados de recuo de falhas desenvolvidos em trechos ao longo do rio Negro. Feição típica desta unidade (morfofunda Kac I) identificada em diversos trechos ao longo do rio. Local: Porto do Ceasa.

Esta unidade é a mais expressiva da área de estudo em relação à amplitude de relevo e altimetria, podendo atingir até 120 metros. Compreende interflúvios tabulares formados por superfícies de topo aplainado separado por vales planos e frequentemente incisos.

## 7 – Geologia

### 7.1 Geologia Regional

A Bacia Amazonas, cuja instalação se processou ao longo do Paleozóico, recobre uma área de aproximadamente 500.000 km<sup>2</sup>, situando-se quase que medianamente entre os escudos Guianas e Brasil – Central que integram o Cráton Amazônico (Almeida 1967). Encontra-se

limitada, a leste, pelo Arco Gurupá e, a oeste, pelo Arco Purus (Figura 7.1). O Arco de Purus, com orientação aproximada NW-SE, separa as bacias Amazonas e Solimões e o Arco Gurupá, com similar direção, assinala o limite entre as bacias Amazonas e Marajó. Seu pacote sedimentar, do Ordoviciano ao Recente atinge espessuras da ordem de 5 km.



Figura 7.1 – Situação da Bacia Amazônica: verde – Acre; amarelo – Solimões; azul - Amazonas (Eiras, 2005).

Os principais produtos litoestruturais da Bacia Amazonas originaram-se a partir da atuação de vários eventos ou fases cinemáticas ao longo do Fanerozóico (do Paleozóico ao Cenozóico).

De acordo com Wanderlei Filho (1999) os principais lineamentos da bacia têm direção preferencial NE-SW, conferindo similar direção de alongamento e eixos de depocentros para as formações paleozóicas. As unidades da Bacia Amazonas, presentes em ambas as bordas norte e sul, refletem uma distribuição geográfica simétrica. Este quadro sugere similar orientação NE-SW para as falhas normais mestras que devem compor dois feixes principais nas referidas bordas e que sugerem o padrão para uma bacia do tipo

extensional. A ausência de dobras, de camadas fortemente basculadas e de discordâncias angulares nas formações paleozóicas sugerem que as prováveis falhas normais estiveram ativas apenas no estágio inicial de implantação da bacia.

Falhas de transferência NW-SE, transversais à direção geral da bacia, foram inicialmente cartografadas por Araújo (1972) como destrais. Rezende e Brito (1973) demonstraram que estas falhas apresentam a mesma orientação dos lineamentos antigos, tendo concluído que as estruturas pretéritas do embasamento exerceram forte influência na evolução da bacia. Estas falhas tratam-se de descontinuidades que acomodaram parte da deformação na direção de estiramento

máximo, permaneceram ativas até pelo menos ao Terciário.

Sendo assim, a Bacia Amazonas é composta por segmentos longos, orientados na direção NE-SW, que se alternam com segmentos curtos com direção aproximada E-W. Essa organização geométrica é descrita como uma estrutura em *dog leg* (Rezende & Brito 1973; Caputo 1984, dentre outros). Esta estrutura é resultante da interação entre falhas normais NE-SW, que compõem parte da arquitetura dos riftes eo-paleozóicos e as falhas de transferência NW-SE.

Reis (2005) referiu-se aos enxames de diques jurássicos que aparecem no Escudo das Guianas e que extrapolam os limites da Bacia Amazonas, cuja extensão se faz da Venezuela ao Amapá, atravessando regiões de Roraima, Guiana, Suriname e Guiana Francesa e cujo arcabouço deveu-se a tectônica distensiva mesozóica ajustada por meio de lineamentos do substrato rochoso arqueozóico a proterozóico.

No seu interior, este magmatismo básico teve como arcabouço falhamentos normais com direção de distensão E-W e disposição de lineamentos N20-30W, arranjos estes que favoreceram a instalação de grábens algo perpendiculares ao maior eixo da bacia. A reativação desses grábens por meio de falhas lítricas ativas no período Jurássico – Cretáceo, culminou no Cretáceo Superior com seu preenchimento pelos sedimentos Alter do Chão. Durante o Cretáceo Superior – Paleogeno (Paleoceno), a bacia submeteu-se a movimentos de subsidência, configurando a continuidade deposicional dos sedimentos Alter do Chão e cujas falhas de transferência NW-SE, geradas no Paleozóico, foram reativadas (Wanderlei Filho 1999).

No Cenozóico, o processo de lateritização nas rochas sedimentares Alter do Chão teve início provavelmente no final do Paleogeno (Oligoceno), com franco desenvolvimento ao longo do Mioceno - Plioceno.

A neotectônica tem seus efeitos registrados em sucessões sedimentares da Bacia Amazonas a partir do Neógeno como reflexo da evolução da cadeia Andina. As feições estruturais desenvolvidas estão refletidas no controle das drenagens, capturas fluviais, formas de lagos e de sistemas de relevo (Saadi *et al.* 2005). Coube a Franzinelli & Igreja (1990) a proposta de um modelo neotectônico para o Baixo Negro, contudo, os principais estudos regionais que compõem a atual configuração da bacia encontram-se em Bemerguy & Costa (1991), Costa & Hasui (1991); Silva *et al.* (1994), Costa (1996), Bemerguy (1997), Fernandes Filho *et al.* (1997); Bezerra *et al.* (1999), Bemerguy *et al.* (1999, 2001) e Costa *et al.* (2001).

A área deste estudo está situada na porção ocidental da Bacia Amazonas, tendo como referencia o limite entre os domínios fluviais do Baixo Solimões, Baixo Negro e Médio Amazonas. Esta parte da bacia tem sido foco de atenção para temas multidisciplinares que envolvem a análise de bacia, litoestratigrafia, neotectônica, morfotectônica, sedimentologia, recursos minerais e ensaios tecnológicos para materiais da construção civil.

Às questões litoestratigráficas citam-se as contribuições de Albuquerque (1922), Kistler (1954), Caputo *et al.* (1972, 1983), Caputo (1984, 1985, 1986), Daemon (1975), Lourenço *et al.* (1978), Vieira (1997), Nogueira *et al.* (1999), Dino *et al.* (1999), Horbe *et al.* (2001,2003) e Soares *et al.* (2001).

Sobre os aspectos dos recursos minerais e ensaios tecnológicos destacam-se Damião *et al.* (1972), Reis & Figueiredo (1983), Rodrigues *et al.* (2000), Gouvêa (2001), Woeltje *et al.* (2002) e Campelo *et al.* (2005). Sobre a temática da geofísica terrestre citam-se Carvalho *et al.* (2000, 2001, 2003), Pinto *et al.* (2002), Azevedo Jr. & Carvalho (2003), Silva Jr. & Carvalho (2003) e Silva Jr. *et al.* (2003), dentre outros.

A primeira informação sobre a utilização de minerais industriais para uso na construção civil da região que envolve o

baixo rio Negro e Médio Amazonas coube a Damião *et al.* (1972). O estudo veio identificar extensivos depósitos de areia, afloramentos de rocha arenítica utilizada como brita além de importantes sítios de argila para uso na cerâmica vermelha.

No início dos anos 80 a Amazônia esteve voltada à busca por fontes energéticas como a turfa, linhito e carvão. O Projeto Turfa do Médio Amazonas (Reis & Figueiredo 1983) veio atender estas necessidades reunindo informações e pesquisando alvos sedimentares com conteúdo nestes combustíveis fósseis. O projeto voltou-se às ocorrências de turfa, seu condicionamento e potencialidade. Contribuiu ainda para a distinção de coberturas mais jovens do que a Formação Alter do Chão, definindo padrões morfológicos para as unidades meso e cenozóicas portadoras de ocorrência de turfas.

Os aspectos relacionados às atividades de extração de argila nos municípios de Iranduba e Manacapuru foram bem retratados por Woeltje *et al.* (2002), apontando as causas e efeitos que direta ou indiretamente encontram-se relacionados às atividades de lavra e aos processos produtivos oleiros, no tocante à degradação dos meios físico, químico e biótico. Os autores sugeriram ainda mecanismos e técnicas adequadas para o desenvolvimento da pesquisa e lavra, assim como propuseram modelos e procedimentos para melhor preservar e recuperar as áreas degradadas pela atividade.

A Formação Alter do Chão, principal unidade do Baixo Negro e Baixo Solimões, atinge espessuras de até 1.200 metros (poço Almerim 1). Uma idade ao Cretáceo Superior foi estabelecida por Price (1961) a partir da identificação de um dente de dinossauro coletado no poço Nova Olinda 1 e cuja validade tem sido apontada apenas para a região no entorno de Manaus. Este fato deve-se ao reconhecimento de um refletor sísmico no interior do pacote superior da Formação Alter do Chão na região do Baixo Amazonas e apontado por Caputo *et al.*

(1983) como de provável idade terciária. Na porção central da bacia, Dino *et al.* (1999) apontaram uma idade ao Aptiano/Albiano – Cenomaniano e em torno de 100 Ma.

## 7.2 Geologia da Área de Estudo

No Baixo Solimões e Baixo Negro a Formação Alter do Chão reúne quartzo arenitos róseos, arenitos arcoseanos pouco consolidados, arenitos caulínicos e caulins. Os arenitos arcoseanos apresentam-se mosqueados, esbranquiçados a arroxeados, quando sujeitos à alteração. Os arenitos exibem estratificações cruzadas acanaladas a tabulares, além de corpos maciços. Processos de lateritização vieram formar sobre a unidade possantes níveis de argilas mosqueadas e de canga laterítica. Depósitos de areias se desenvolvem sobre uma fácies arenosa. Os arenitos caulínicos mantêm proximidade com os níveis de caulim e sugerem distintas fácies sedimentares do Alter do Chão. Contudo, há controvérsias a respeito da origem dos depósitos de caulim. Costa & Moraes (1997) propuseram para os depósitos caulínicos uma origem laterítica, embora alguns autores atribuam ainda uma origem sedimentar.

Cinco principais unidades sedimentares foram identificadas para o Domínio Baixo Solimões por Reis & Figueiredo (1983), sendo três holocênicas (Qh1, Qh2, Qh3), uma tércio-quadernário (TQp) e outra cretácea (Formação Alter do Chão). Destas, as unidades Qh3 e TQp tiveram por parte do presente estudo a possibilidade de cheque no terreno, sendo reconhecidas como pertencentes à Formação Alter do Chão. Neste aspecto, ambas unidades refletem padrões texturais e morfológicos distintos e serviram de base para a elaboração de uma proposta geológico-morfológica para o entendimento dos vários condicionamentos neotectônicos superimpostos à unidade Alter do Chão (mapa de integração geológico-geomorfológico – Anexo I).

Como um todo, a Formação Alter do Chão revela no Domínio Baixo Solimões quatro principais padrões morfológicos que definem diferentes níveis de dissecação,

sendo retratados aqui como Kac I a IV. Esta compartimentação responde pela dinâmica dos processos da neotectônica e na evolução dos perfis de alteração, responsáveis pela gênese de depósitos minerais como a argila para a cerâmica vermelha, caulinita para a cerâmica branca, piçarra<sup>1</sup> (concreções ferruginosas formadas a partir de desmantelamento de crosta laterítica) para a pavimentação de estradas e rodovias, areia para a construção civil e uso industrial, além de rocha maciça como fonte alternativa de brita na construção civil.

De norte para sul, a Formação Alter do Chão torna-se topograficamente mais rebaixada, refletindo compartimentações morfológicas promovidas pela neotectônica. Altos e baixos controlados por falhamentos normais resultaram na dinâmica de formação de grábens e *horts*. Neste aspecto, Silva *et al.* (2003) admitem três principais compartimentações na região sudoeste de Manaus a que correspondem às regiões do rio Ariaú (gráben), Manacapuru (bacia) e Castanho-Mamori (gráben).

As diferentes situações morfológicas e geológicas reveladas pela Formação Alter do Chão na área do estudo são expressas em termos de morfounidades Kac I, Kac II, Kac III e Kac IV, e constituem forte registro dos processos de lateritização (intemperismo) e de movimentação de blocos (neotectônica).

### 7.2.1 Formação Alter do Chão (morfounidade Kac I)

Tem principal área de distribuição no Domínio Baixo Negro e inclui grande extensão da margem esquerda do rio Negro e que compreende a área metropolitana de Manaus (Figuras 7.2 e

7.3). Conformam platôs que definem perfis sedimentares de alteração da Formação Alter do Chão com espessuras que atingem dezenas de metros, tendo como principal característica a formação de falésias que representam o recuo de importantes frentes de escarpas de falhas com direção próxima a E-W. As seções registram no topo a formação de crosta laterítica, via-de-regra desenvolvida sobre espesso pacote argiloso variegado, cuja coloração esbranquiçada a avermelhada em padrão mosqueado é característica. Este nível evoluiu por sua vez, a partir de litologias areníticas, areníticas arcoseanas e caulínicas que representam variadas fácies sedimentares do substrato Alter do Chão. Os platôs são sustentados por crostas lateríticas ferruginosas e ferro-aluminosas cobertas por latossolos amarelos, sendo que as linhas de pedra e referidas crostas assinalam cotas mais elevadas (Horbe *et al.* 2001).

Na margem esquerda do rio Negro, a morfounidade Kac I serve de base para a deposição de areias e argilas que formam as praias no período de estiagem do rio. Ao longo da BR-174 (Manaus – Boa Vista) e AM-10 (Manaus – Itacoatiara) têm sido descritos depósitos de areia residual e pedogênica.

Os depósitos formacionais relacionados às litologias inalteradas da Formação Alter do Chão encontram-se na morfounidade Kac I. Na região, apenas a fácies que representa o “Arenito Manaus” revela interesse à exploração de brita e pedra em bloco para uso na construção civil. De acordo com Franzinelle & Rossi (1996), este arenito revela cimento sílico-ferruginoso. Já aqueles depósitos residuais ou de alteração expõem perfis com variada espessura, sendo responsáveis pelas ocorrências de piçarra, argila, caulim e areia. Sua favorabilidade depende da situação topográfica e área-fonte.

<sup>1</sup> Na região a piçarra é usada para recobrimento de estradas não-pavimentadas ou estradas piçarradas. A piçarra tem uso similar ao saibro em outras regiões do país.



Figura 7.2 – Vista aérea da área do Tropical Hotel, margem esquerda do rio Negro, onde afloram arenitos róseos e silicificados da Formação Alter do Chão.



Figura 7.3 – Vista aérea da orla fluvial esquerda do rio Negro, onde aparecem barrancos com dezenas de metros de espessura e que representam perfis de alteração da Formação Alter do Chão (Kac I).



### 7.2.2 Formação Alter do Chão (morfofunda Kac II)

Tem principal área de ocorrência na região que compreende os municípios de Manacapuru e Iranduba e em longo trecho da AM-254 que dá acesso à Autazes. Ao primeiro, compreende toda área da sede municipal, estendendo-se para oeste até o lago Manacapuru e para norte, ao longo da rodovia AM-352 que interliga Manacapuru a Novo Airão, também conhecida como “Manairão”. No Km 16 desta rodovia foi descrita uma seção com 1,60 metros representada na base por 0,50 metro de arenito com aspecto de “borra de café”, granodecrescência ascendente em sets

com 20,0 cm. O acamadamento conforma N70E/14SE e tomou-se um azimute de paleocorrente em 170°. Sobrepõe ao arenito, um nível centimétrico de caulim que lateralmente evidencia geometria lenticular. Encontra-se sobreposto por novo nível de arenito “borra de café”, este, com 20,0 cm. Novo nível caulínico lenticular, desta vez com 80,0 cm de largura, encontrando-se por sua vez recoberto por um set arenítico amarronzado a amarelado, conglomerático, e onde os seixos revelam pouco retrabalhamento e possuem 1,0 cm no seu eixo maior. No topo aparece um arenito síltico a caulínico e onde a fração argilosa é variável (Figura 7.4).

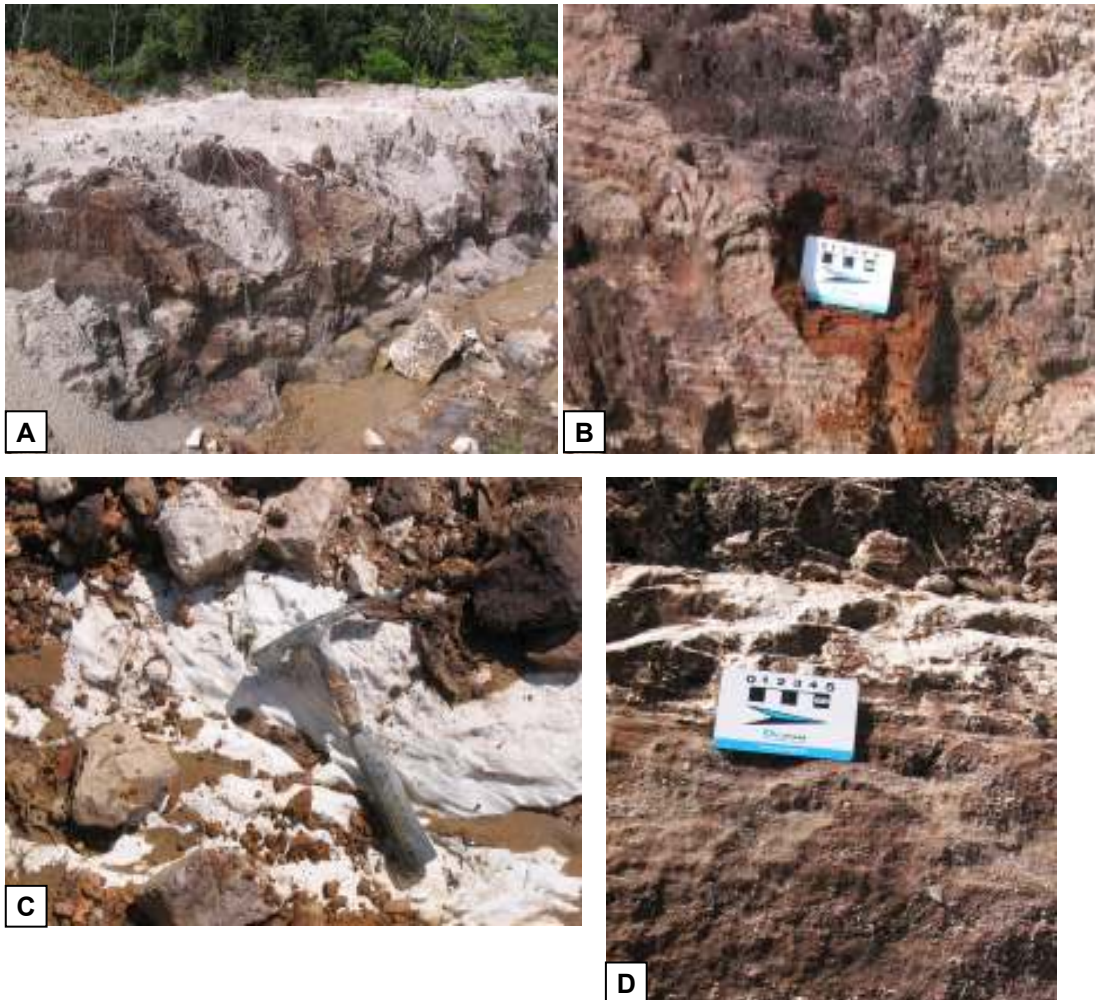


Figura 7.4 – (A) Afloramento da Formação Alter do Chão (morfofunda Kac II) – km 16 da AM-352; (B) Detalhe do arenito amarronzado a amarelado; (C) Detalhe do nível de caulim; (D) Detalhe do set arenítico conglomerático, amarronzado.

Na proximidade dos afloramentos areníticos esbranquiçados e friáveis ou horizontes saprolíticos arenosos, é comum a presença de areais e cuja área de influência estende-se para o substrato em zonas de florestas abertas. Nos primeiros quilômetros da AM-352 (Manairão) aparecem grandes depósitos de areia (Figura 7.5). Os areais encontram-se sempre na proximidade da fácies arenosa do Alter do Chão, sendo comuns em vários pontos da rodovia AM-

70, no trecho entre Manacapuru e rio Ariaú. A vegetação de campina ou cerrado também responde pelas áreas arenosas. Horbe *et al.* (2003) têm pontuado três principais horizontes para os depósitos arenosos da região, a que relacionam a espodosolos a partir de processos de pedogênese desenvolvidos sobre horizontes saprolíticos ricos em quartzo e feldspato da Formação Alter do Chão.



Figura 7.5 – Areais nos primeiros quilômetros da AM-352 (morfofounidade Kac II).

Na região de Iranduba, a morfofounidade Kac II estende-se do rio Ariaú até a proximidade de Cacau-Pirêra, onde grada para a morfofounidade Kac III. É comum a estrada apresentar cortes em colinas, chegando a formar perfis de intemperismo com metros de espessura e

onde são comuns linhas de pedra (Figura 7.6). Na travessia do igarapé Cachoeira pela AM-070 aparece areais e no baixo curso deste mesmo igarapé há uma antiga área de exploração de brita desenvolvida sobre a fácies “Arenito Manaus” (Figura 7.7).



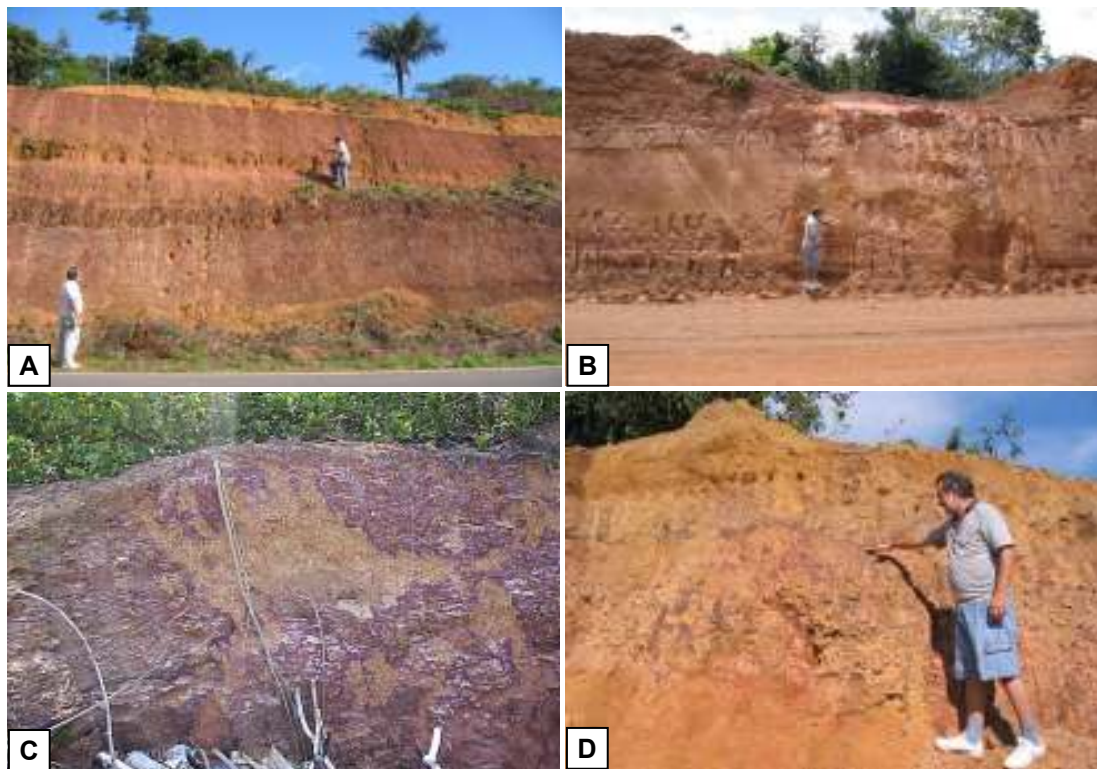


Figura 7.6 – Perfis de alteração na AM-070 (morfofounidade Kac II): (A) nível de canga laterítica; (B) nível de piçarra no topo; em (C) e (D) a crosta laterítica apresenta-se em processo de dismantelamento.



Figura 7.7 – (A) Antiga exploração de brita desenvolvida sobre a fácies “Arenito Manaus” no baixo curso do igarapé Cachoeira no Município de Iranduba (morfofounidade Kac II); (B) Brita de arenito silicificado; (C) Detalhe do nível de arenito silicificado (na base); (D) Capeamento estéril de 1,50m de arenito argiloso alterado, friável sobre o arenito silicificado.

A AM-254 registra grandes depósitos de alteração, onde fica patente a presença de crostas lateríticas ferruginosas, horizontes aluminosos, horizontes argilosos mosqueados e areias saprolíticas. Linhas de pedra ocorrem em alguns perfís, contudo, sem indicação de efeitos da neotectônica. Formam expressivos depósitos de piçarra, sendo que a areia é extraída de depósitos da fácies arenosa ou mesmo da areia saprolítica.

No Km 12 há um depósito que vem servindo de área-fonte para piçarra e areia como revestimento da AM-254. Neste local a lavra está sendo realizada com retroescavadeira a uma profundidade superior a 10 metros a partir do perfil de solo, cuja areia é extraída em horizonte de transição saprolítico e rocha arenítica (Figura 7.8). Neste local afloram ainda os horizontes amarelo (no nível de crosta) e argiloso mosqueado. No topo ocorre uma camada de piçarra com até 1,0 m de espessura sendo recoberto por uma camada de latossolo em torno de 2,0 m de espessura.

No Km 27, afloram arenitos médios a caulínicos, encontrando-se sobrepostos por laterito ferruginoso e piçarra (Figura 7.9).

A morfounidade Kac II caracteriza-se por um relevo moderadamente ondulado e cuja drenagem revela padrão dendrítico retangular a sub-retangular. Configura uma área em franca dissecação, onde é comum a presença de superfícies lateríticas geradoras de expressivos depósitos de piçarra, de areia, além de argila caulínica e caulim. Predomina no perfil de alteração sedimentos areno-argilosos variegados, amarelados a avermelhados em padrão mosqueado. Na margem direita do rio Negro podem aflorar as fácies arenítica silicificada ou arenosa friável, podendo respectivamente constituírem zonas de favorabilidade à extração de brita e areia. Os areais têm sido explorados no entorno da sede de Iranduba.



Figura 7.8 – Km 12 da AM-254. (morfounidade Kac II). (A) Local de exploração de areia a partir de arenito alterado. (B) Camada de piçarra com até 1,0 m de espessura recoberta por latossolo amarelado.



Figura 7.9 – Arenitos médios a caulínicos, Km 27 da AM-254 (morfounidade Kac II).

### 7.2.3 Formação Alter do Chão (morfofounidade Kac III)

A morfofounidade Kac III reúne extenso trecho da BR-319 onde a rodovia atravessa os municípios do Careiro do Castanho e Manaquiri. Encontra-se representada por interflúvios tabulares com leve sinuosidade e cuja morfologia mantém padrão constante de colinas a platôs rebaixados e onde a drenagem revela controle morfoestrutural e formação de lagos com padrão dendrítico. Representam áreas de terras firmes.

A região percorrida pela BR-319 nesta unidade morfológica é desprovida de cortes de estrada, cujo trecho invariavelmente encontra-se assentado em nível argiloso mosqueado.

Deste modo, predominam argilas mosqueadas e onde raramente ficam expostas crostas lateríticas e ocorrências de piçarra. Neste aspecto, o igarapé Calafati, na proximidade da sede municipal do Careiro do Castanho registra um excelente perfil de alteração do Alter do Chão com aproximadamente 7,0 metros de espessura e cujo afloramento encontra-se abaixo do nível da BR-319 (Figura 7.10).

Trata-se de um horizonte laterítico encimando horizonte argiloso mosqueado e caulinitico, este, no nível das águas do igarapé. O laterito forma patamar com aproximadamente 2,0 metros de espessura. Internamente, revela matriz aluminosa e fragmentos e grãos de quartzo arredondados a angulosos. O laterito dá origem a material desagregado sob forma de piçarra, que na proximidade do igarapé, é utilizado como material de construção, ocorrendo sua extração por meio de caçamba e trator. Encimando o pacote laterítico, via-de-regra, sob forma de patamar onde perfaz blocos angulosos, ocorre nível concrecionário laterítico e mosqueado, coloração avermelhada a esbranquiçada, que mais para o topo registram feições de voçorocas (crosta porosa). Apresenta uma espessura de 3,50 metros

encontrando-se recobertos por 1,0 metro de latossolo argiloso amarelado.

Outras pequenas ocorrências de crosta ferruginosa foram assinaladas no Km 1 da AM-354 (Manaquiri) no sentido BR-319.

No Km 6 desta rodovia existe uma olaria em franca operação de manufatura de tijolos. O barreiro utilizado encontra-se marginal ao corte de estrada e representa argilas da morfofounidade Kac III.

Esta morfofounidade (Kac III) registra potencialidade para argila com emprego na fabricação de tijolos, tomando-se como exemplo as olarias de Manaquiri e Careiro do Castanho. Na região do rio Ariaú foi observado em furos de trado que estas argilas também ocorrem neste condicionamento morfológico, no trecho da AM-70, no município de Manacapuru, as quais também podem constituir área fonte de matéria-prima cerâmica para as olarias do Pólo Ariaú. Cabe ressaltar que o rio Ariaú é limite intermunicipal entre Manacapuru e Iranduba.

Na região situada entre os lagos Cabaliana e Manacapuru e nos primeiros quilômetros da AM-254 (Autazes) foi registrado padrão morfológico condizente à morfofounidade Kac III o que certamente a configura com potencialidade para argila cerâmica vermelha.

Na proximidade da sede municipal do Careiro do Castanho (GPS – Latitude 3° 43' 38,3" S e Longitude 60° 17' 0,8" W), à sudoeste da área do estudo, ocorrem sedimentos silteosos acinzentados que repousam sobre argilas mosqueadas da Formação Alter do Chão (Figura 7.11). Este material sedimentar possui prévio histórico de extração e aproveitamento junto a material asfáltico para pavimentação de estradas. Trata-se de um sedimento extremamente silicoso (94,04% de SiO<sub>2</sub> - Tabela 7.1) e cujo resultado palinológico indicou a presença de pólenes de angiospermas de idade cretácea. Ficou também descaracterizada





Figura 7.10 – Perfil laterítico no igarapé Calafati, próximo da sede municipal do Careiro do Castanho (morfofounidade Kac III). **(A)** Horizonte de crosta maciça **(B)** Crosta porosa **(C)** Base do nível laterítico **(D)** Nível de piçarra recoberto por latossolo na parte superior do pacote laterítico **(E)** Aflorentamento de argila de alteração mosqueada na AM-354 (morfofounidade Kac III).

qualquer associação com diatomitos. Resultados granulométricos revelaram

76,73% de fração silte e 15% de areia fina (Tabela 7.2).

SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	TiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	PF
94,04	1,63	0,31	0,04	0,02	0,02	0,06	1,04	0,01	2,6

Tabela 7.1 – Análise química da amostra RG-S-07.

Argila	Silte	Silte Gr.	Areia Fina	Areia Gr.
8,13 %	52,26 %	24,47 %	14,70 %	0,44 %

Tabela 7.2 – Análise granulométrica (RG-S-07).

Outras pequenas ocorrências de crosta ferruginosa foram assinaladas no Km 1 da AM-354 (Manaquiri) no sentido BR-319.

No Km 6 desta rodovia existe uma olaria em franca operação de manufatura de tijolos. O barreiro utilizado encontra-se marginal ao corte de estrada e representa argilas da morfounidade Kac III.

Esta morfounidade (Kac III) registra potencialidade para argila com emprego na fabricação de tijolos, tomando-se como exemplo as olarias de Manaquiri e Careiro do Castanho. Na região do rio Ariaú foi observado em furos de trado que estas argilas também ocorrem neste condicionamento morfológico, no trecho da AM-70, no município de Manacapuru, as quais também podem constituir área fonte de matéria-prima cerâmica para as olarias do Pólo Ariaú. Cabe ressaltar que o rio Ariaú é limite intermunicipal entre Manacapuru e Iranduba.

Na região situada entre os lagos Cabaliana e Manacapuru e nos primeiros quilômetros da AM-254 (Autazes) foi registrado padrão morfológico condizente à morfounidade Kac III o que certamente a configura com potencialidade para argila cerâmica vermelha.

Na proximidade da sede municipal do Careiro do Castanho (GPS –

Latitude 3° 43' 38,3" S e Longitude 60° 17' 0,8" W), à sudoeste da área do estudo, ocorrem sedimentos siltosos acinzentados que repousam sobre argilas mosqueadas da Formação Alter do Chão (Figura 7.11). Este material sedimentar possui prévio histórico de extração e aproveitamento junto a material asfáltico para pavimentação de estradas. Trata-se de um sedimento extremamente silicoso (94,04% de SiO<sub>2</sub> - Tabela 7.1) e cujo resultado palinológico indicou a presença de pólenes de angiospermas de idade cretácea. Ficou também descaracterizada qualquer associação com diatomitos. Resultados granulométricos revelaram 76,73% de fração silte e 15% de areia fina (Tabela 7.2).

#### 7.2.4 Formação Alter do Chão (morfounidade Kac IV)

O padrão morfológico em "Kac IV" ganha importância na proximidade das áreas de planícies aluvionares holocênicas, quer sob a influência do rio Solimões, quer sob a influência da bacia de captação do rio Ariaú. As principais áreas de ocorrência encontram-se cartografadas no Pólo Cerâmico do Ariaú, no município de Iranduba, ao longo da AM-070 na faixa entre o Paraná do Ariaú e o Lago do Ubim, em trecho da BR-319 e que inclui o Distrito de Araçá, e notadamente no Pólo Cerâmico de Cacau-Pirêra onde tem expressão pelo grande número de indústrias que utilizam a argila para a cerâmica vermelha.



Figura 7.11 – (A) Afloramento de sedimento síltico silicioso acinzentado sobre argilas mosqueadas da Formação Alter do Chão (Careiro do Castanho); (B) Material explorado para mistura asfáltica em pavimentação de estradas.

Revela uma morfologia de colinas suaves, em parte moldadas por alinhamentos de cristas métricas (montículos) representadas por argila mosqueada ou argila arenosa. Formam áreas de baixios e nas épocas de chuvas configuram partes alagadiças. Onde as estradas a cortam, torna-se necessária a construção de aterros. O padrão de drenagem revela algum controle morfoestrutural, podendo ajustar-se ocasionalmente àquele perfil morfológico holocênico proposto por Reis & Figueiredo (1983) para a região do Médio Amazonas. Corresponde ainda às áreas de planícies com lagos de contorno dendrítico sugeridas por Rozo *et al.* (2003).

Está representada por argilas variadas, amareladas a avermelhadas, com intercalações sílticas e arenoargilosas resultantes de processo de lateritização da unidade Alter do Chão (Figura 7.12). A crosta laterítica não é observada, podendo ter sido erodida ou não-formada. Contrapõe-se aos depósitos quaternários mencionados por Soares *et al.* (2001) para a região de Cacau-Pirêra.

### 7.2.5 Planícies Aluviais mais antigas – Nh2

A unidade Nh2 representa planícies aluviais mais antigas, cuja principal característica morfológica está na feição sedimentar de barras em pontal e ampla formação de lagos com variada dimensão e invariavelmente interligados (Figura 7.13).

Registra grandes extensões marginais ao curso do rio principal ou em áreas com morfologia suave como aquelas descritas para a morfounidade Kac IV da Formação Alter do Chão.

Seus sedimentos aparecem recobrendo litologias da Formação Alter do Chão, sendo recobertos pelas aluviões mais recentes (Nh1). Reúnem siltes, argilas e areias marrom-acinzentadas ou cinza-esverdeadas com características de ambiente redutor. Níveis de turfa, quase sempre com espessura centimétrica, aparecem nestas planícies.

Reis & Figueiredo (1983) descreveram para esta unidade holocênica planícies fluviais, via-de-regra, áreas sedimentares inundáveis e com franca formação de lagos. Corresponde ainda àquelas planícies de inundação descritas por Rozo *et al.* (2003) como representadas por arranjos de lagos com conformação arredondada.





Figura 7.12 – Afloramentos de argila residual mosqueada (morfofounidade Kac IV): **(A)** Aspécto da morfologia Kac IV na BR-319; **(B)** Local de extração de argila para aterro de estrada na BR-319; **(C)** Detalhe do contato do “Arenito Manaus” (silicificado) com o nível de argila residual – Ponta do Brito; **(D)** Detalhe do horizonte argiloso mosqueado – Porto do Brito.



Figura 7.13 – Planície aluvial Nh2 **(A)** BR- 319; **(B)** Paraná Curuçá, BR-319.

### 7.2.6 Aluviões Recentes – Nh1

Esta unidade holocênica representa depósitos aluvionares recentes encontrados às margens dos rios, igarapés, furos, paranás e em ilhas fluviais. Nestas, é comum a existência de lagos de variado tamanho e muitas vezes com conformação linear. Os depósitos sedimentares relacionam-se a canais e de suspensão (Figura 7.14).

No Baixo Negro os sedimentos holocênicos depositam-se em patamares representados pela Formação Alter Chão e formam praias fluviais compostas por areias esbranquiçadas e com boa seleção (Figura 7.14). É comum a presença de blocos rolados de canga ferruginosa no seu interior, cuja proveniência deve-se ao seu deslizamento do topo das falésias. Na “Praia da Lua”, margem esquerda do rio Negro e proximidade de Manaus, a areia apresenta grãos normalmente angulosos a subarredondados, cujo conteúdo inclui ainda cristais milimétricos de quartzo e ametista.

No Baixo Solimões as aluviões encontram-se representadas por siltes, argilas e areias marrom-acinzentadas a cinza-esverdeadas. Resultados palinológicos oriundos desses sedimentos revelaram características de sedimentação neógena e de ambiente continental úmido.

Constituem, além dos depósitos de canal no leito ativo, depósitos de barras de acreção lateral (*scroll bar*), por vezes, formando extensas e largas ilhas com formação de lagos no seu interior. Depósitos do tipo diques marginais e planícies constituem as superfícies mais planas e baixas. Os lagos podem ter configuração alongada e estreita em acompanhamento aos diques marginais e/ou barras de acreção. A amplitude de desenvolvimento dos diques ou barras de acreção relaciona-se à migração lateral

do canal e conseqüente formação de planícies de inundação por meio de depósitos de transbordamento que recobrem aqueles de canal previamente depositados.

Rozo *et al.* (2003) interpretaram os sedimentos de ilhas fluviais de trecho do Médio Amazonas sob forma de antigas barras de meandro e que atualmente truncam o canal principal.

O Paraná do Ariáú interliga os rios Solimões e Negro, apresentando, contudo, maior influência do nível das águas do Negro. A planície aluvionar do rio Ariáú, com trechos que chegam atingir a 2,5 km de largura, encontra-se balizada por sedimentos intemperizados da Formação Alter do Chão. Para leste, encontram-se escarpas da morfounidade Kac II, sendo que para oeste revela gradativo escalonamento às morfounidades Kac IV e Kac III. Para sul, a planície do Ariáú interage com aquela mais antiga do rio Solimões e revela truncamento. É possível que o rio Ariáú tivesse suas cabeceiras formadas pelo lago Limão e demais lagos na proximidade. Efeitos da neotectônica devem ter sido responsáveis pelo rebaixamento de suas cabeceiras e isolamento de alguns tributários que hoje configuram lagos com direção próxima a E-W. Reis & Figueiredo (1983) relacionaram as aluviões do rio Ariáú a depósitos holocênicos mais antigos, morfologicamente muito semelhante a unidade Kac IV.

Esta unidade sedimentar holocênica é responsável pela fonte de argila na fabricação de telhas da região de Iranduba e cerâmica artesanal no município de Manaus. As argilas revelam maiores propriedades plásticas e refratárias, sendo predominantemente caulíníficas e com illita e esmectita subordinadas. Revelam ainda abundância em matéria orgânica.





Figura 7.14 – Aluviões Recentes – Nh1: Em (A), (B) e (C) sedimentos essencialmente argilosos relacionados ao Rio Solimões; Em (D), (E) e (F) sedimentos essencialmente arenosos relacionados ao Rio Negro.

## 8 – Depósitos de Insumos Mineraiis para Construção Civil

---

Na área de estudo, a diversidade de depósitos mineraiis industriais, notadamente os de uso na construção civil, podem ser classificados em depósitos residuais, aluviais e mais restritamente em formacionais.

### 8.1 Depósitos Formacionais

Estes depósitos estão relacionados com as litologias inalteradas das formações rochosas.

Na região do estudo constituem depósitos formacionais os níveis de caulim (não-explorados) de arenitos, siltitos e argilitos silicificados (“Arenito Manaus”) da Formação Alter do Chão que são explorados para brita e pedra em bloco, para uso em construção civil. A silicificação destas rochas provavelmente está relacionada a processos diagenéticos, como aventa Franzinelli *et al.* (2003), principalmente quando sugere que pode ter ocorrido por ocasião da sedimentação (eogênese) e durante o soterramento (mesogênese). Nogueira *et al.* (2003) interpretam como silcrete de clima úmido, formado devido a lixiviação de grãos instáveis precedida pela precipitação de sílica amorfa com impregnações de óxidos e hidróxidos de ferro, justificando a existência de várias intercalações de níveis silicificados devido a alternância de clima úmido e seco durante o Cretáceo Superior.

### 8.2 Depósitos Residuais ou de Alteração

Constituem depósitos resultantes da ação de intemperismo e lixiviação desenvolvida ao longo do Neógeno, sobre rochas sedimentares cretáceas da Formação Alter do Chão, que originou espesso manto de alteração e formação supergênica de perfis lateríticos ao longo do Cenozóico. A alternância de períodos climáticos secos e úmidos (formação e degradação intempérica das crostas), a movimentação neotectônica e conseqüentemente os processos erosivos contribuíram para a exposição desde perfis completos de alteração até zonas parcialmente intemperizadas, predominando os perfis truncados, e

conseqüentemente baixa ou elevada favorabilidade à ocorrência de bens mineraiis diversos, como piçarra, canga laterítica, argila, argila caulínica, caulim, areia residual e arenito alterado.

A Formação Alter do Chão situa-se predominantemente em terrenos topograficamente mais elevados (platôs) que constituem as “terras firmes”, porém pode apresentar diversos níveis de dissecação, representados neste estudo pelas morfounidades Kac I, II, III e IV, que são indicativos prospectivos para determinado bem mineral. O mais baixo, morfounidade Kac IV com maior favorabilidade para argila, está sujeito a inundações sazonais, podendo inclusive localmente se apresentar parcialmente recoberto por sedimentos holocênicos.

Estes depósitos normalmente apresentam-se recobertos por latossolos argilo-arenosos ou areno-argilosos amarelados a avermelhados, com ou sem intercalações de linhas de concreções lateríticas centimétricas formadas a partir do dismantelamento da crosta. A linha de pedra que ocorre intercalada ao solo acompanhando a paleotopografia ou a morfologia atual sugere transporte incipiente (tipo coluvionar), e também a posição horizontalizada de alguns fragmentos concrecionários alongados é sugestiva de deposição (superfície de erosão). Os latossolos foram desenvolvidos a partir do dismantelamento da crosta e conseqüentemente da alteração da exposição da zona mosqueada. Ocorrem ainda, na região do estudo, espodossolos constituídos por areia esbranquiçada muito friável, os quais provavelmente foram desenvolvidos a partir de processo pedogenético atuante na exposição da zona saprolítica. Este tipo de solo não recobre e sim constitui um próprio depósito, neste caso areia. Alguns autores atribuem que a decomposição da matéria orgânica pode também influenciar nos processos de desferrificação na faixa crosta/mosqueado (parte superior dos perfis).

Exposições de perfis de alteração com crosta laterítica preservada podem ser mais observadas nas morfounidades Kac I

e Kac II, por apresentarem relevo mais elevado, porém, nestas também podem ser encontrados depósitos tanto de canga laterítica, como de piçarra, de areia, de argila, de argila caulinitica e de caulim.

### 8.3 Depósitos Aluviais ou de Várzeas

Os depósitos aluviais estão relacionados ao Neogeno holoceno (Nh1 e Nh2), resultam da acumulação de sedimentos ao longo da calha e das margens dos cursos d'água, constituídos por depósitos de barras de acreção, de diques marginais, de planícies de inundação e depósitos lacustres e fluviolacustres. Constituem as áreas de várzeas representadas por superfícies bastante aplainadas, sujeitos às inundações periódicas.

Representam expressivos depósitos em potencial para Cerâmica Vermelha na região do Baixo Solimões (DBS), pela ocorrência de "argila de várzea", comumente usada na fabricação de telha, bloco cerâmico e cerâmica artística. Na região do Baixo Negro (DBN), por serem essencialmente arenosos, revelam potencialidade para areia de uso na construção civil.

No Baixo Negro (DBN) formam praias fluviais, tanto nas margens como ao longo do canal onde configuram ilhas estreitas, porém alongadas em forma de linha ou cordão retilíneo, denotando inegável controle estrutural. A área fonte seria o Escudo das Guianas e com importante contribuição da formação Alter do Chão, devido a erosão das rochas areníticas que afloram margeando ao rio.

No sistema Solimões/Amazonas (DBS) os depósitos aluvionares são assimétricos com expressão lateral muito significativa, com terraços de até 20 km de largura (Lago Cabaliana, montante de Manacapuru). As ilhas comparadas as do Baixo Negro ao invés de cordões formam lentes extensas e muito mais largas e com dimensões de até 40 km por 17 km (Ilha do Careiro). A área fonte está relacionada a bacia do Solimões.

## 8.4 Informações Básicas para Prospecção e Exploração de Argilas para Cerâmica Vermelha e Branca

### 8.4.1 Argilas para Cerâmica Vermelha

As argilas utilizadas pelo setor oleiro-cerâmico da região, podem ser geneticamente classificadas em residuais e transportadas.

#### 8.4.1.1 Argilas residuais

As argilas residuais ou primárias resultam da ação do intemperismo sobre litologias da Formação Alter do Chão, permanecendo no local em que se formaram e desprovidas de transporte. As argilas empregadas na fabricação de tijolos pelos ceramistas de Cacau-Pirêra, Ariaú, Manacapuru, Careiro do Castanho e Manaquiri são deste tipo e encontram-se distribuídas nas morfounidades Kac IV e Kac III (mapa de integração geológico-geomorfológico – Anexo I).

A zona mais favorável e que se torna uma camada guia à extração da matéria-prima argilosa para cerâmica vermelha corresponde ao horizonte mosqueado nos perfis de alteração da Formação Alter do Chão. Este material argiloso tem coloração avermelhada (mais para o topo) a esbranquiçada (mais para a base) e grada de horizonte saprolítico, este, mais próximo da rocha original também alterada. As manchas avermelhadas ou arroxeadas representam produtos da alteração da argila (illita e caulinita) sob forma de óxidos e hidróxidos de ferro e alumínio, por vezes, de aspecto colunar. A porção saprolítica é mais plástica, esbranquiçada e caracteriza-se pelo conteúdo de esmectita.

Os depósitos de mais fácil exploração são aqueles em que a zona ferruginosa já foi removida, correspondendo aos padrões morfológicos definidos para as áreas Kac IV (principalmente) e Kac III. Nas áreas mais rebaixadas as argilas geralmente se apresentam recobertas por uma camada de solo com até 1,50 m de espessura e que no

geral, correspondem a um latossolo amarelado a avermelhado.

Contudo, nem toda zona mosqueada registra favorabilidade, principalmente quando se apresenta mais arenosa e situada imediatamente abaixo da zona ferruginosa, se presente. Estas variações refletem a principal característica sedimentar original das das rochas a que foram submetidas ao processo de alteração.

Os depósitos residuais podem ainda apresentar variações granulométricas, de plasticidade e composição, em profundidade e lateralmente. Na aplicação para a cerâmica vermelha, na fabricação de tijolos, normalmente o material argiloso oriundo da zona de transição entre os horizontes mosqueado e saprolítico é mais caulínico, esbranquiçado, plástico e com menor teor de ferro, sendo necessária a mistura com material argilo-arenoso. Esta mistura evita a cor de queima mais clara e trincamento nas peças por ocasião do processo de secagem e de queima (possivelmente devido presença de esmectita na zona saprolítica). No Pólo Oleiro-cerâmico do rio Ariaú, em área da morfounidade Kac IV, é comum observar uma espessura menor da zona mosqueada, encontrando-se mais próxima daquela saprolítica.

Torna-se importante a avaliação e prospecção geológica dos depósitos argilosos empregados ao produto cerâmico e que variam de área para área. Para que os depósitos possam ser aproveitados em todo seu potencial, torna-se necessária a realização de ensaios cerâmicos específicos para a preparação de massa ideal e que envolve corretas proporções entre argilas residuais e até mesmo aquelas sedimentares.

Os resultados analíticos deste estudo revelaram para os depósitos argilosos oriundos da zona mosqueada de alteração da Formação Alter do Chão, franca potencialidade para a cerâmica vermelha, mais especificamente para a confecção de tijolos. Revelam situação de comodidade com relação a sua vida útil,

porém requer atenção com relação à expansão urbana e outras formas de uso e ocupação do solo.

#### **8.4.1.2 Argilas transportadas**

As argilas transportadas são aquelas que são formadas por processos eminentemente deposicionais, encontrando-se nas aluviões dos rios e tributários. Diferentemente das argilas residuais estas são ricas em matéria orgânica. As aluviões holocênicas (Nh1 e Nh2) são de fácil determinação geológica e constituem expressivos depósitos em potencial de argila “gorda ou de varzea”. Na região do estudo estas argilas têm sido utilizadas pelo Pólo cerâmico de Iranduba na fabricação de telhas e no município de Manaus são empregadas na cerâmica artística. Todavia podem ser utilizadas também para outros produtos da cerâmica vermelha (como blocos estruturais, tijolos, elementos vasados, lajotas, etc.), porém faz-se necessária a realização de ensaios tecnológicos específicos para a preparação da massa cerâmica que consistiria da mistura de argilas com diferentes qualidades ou propriedades (podendo ser mistura de argila residual e aluvionar), prática corriqueira e tradicional no setor cerâmico.

As argilas aluvionares tendem ser mais moles e plásticas devido a facilidade que as esmectitas têm para intumescer com água, quando estes argilominerais se umedecem podem expandirem e quando secam se contraem.

#### **8.4.2 Argilas para Cerâmica Branca e Caulim**

No cenário das argilas, além do aproveitamento para a cerâmica vermelha, distinguem-se as argilas caulínicas (com cor de queima clara) e caulins. Estas ainda não têm sido avaliadas e exploradas no Baixo Solimões, cujas principais aplicações são verificadas na mistura com demais tipos argilosos e na cerâmica branca como revestimentos por via-úmida e refratários. Já os caulins têm maior aplicabilidade destacando-se a indústria de papel, borrachas, plásticos, tintas, fertilizantes,

produtos farmacêuticos, de higiene e cosméticos, dentre outras. No âmbito da morfounidade Kac I (região de Manaus) tem destaque o depósito de caulim da BR-174 cujas reservas medidas somam 1.924.332.431 toneladas; as reservas indicadas são de 1.218.520.362 toneladas e aquelas inferidas 262.649.178 t, totalizando 3.405.501.971 toneladas. Estes dados são oriundos da Mineração Horboy Clay Ltda. para uma área de aproximadamente 30 mil hectares.

Geneticamente as argilas caulínicas e os caulins constituem depósitos do tipo residual de origem intempérica onde a caulinita presente é resultado da transformação de feldspatos e outros silicatos de alumínio *in situ* de rochas sedimentares caulínicas, permeáveis (favoráveis a percolação de soluções aquosas) da Formação Alter do Chão. No processo de alteração os minerais solúveis são lixiviados parcial e seletivamente, os óxi-hidróxidos de ferro se concentram na parte mais superior (mosqueado e crosta principalmente) e a caulinita na zona saprolítica principalmente. A espessura do manto intempérico é função da reatividade e permeabilidade da rocha afetada, as rochas silicificadas resistem muito mais a este processo de alteração (Figura 8.1).

As argilas caulínicas são mais impuras do que os caulins, contudo, revelam similar origem. Os caulins são mais desenvolvidos quando os perfis de alteração apresentam-se truncados na zona saprolítica, ficando diretamente expostos à ação intempérica atual.

Neste estudo registramos a ocorrência de níveis de caulim maciço com até 30 cm de espessura, intercalados em arenitos parcialmente alterados da Formação Alter do Chão, como ocorre no km 16 da estrada para Novo Airão (AM-352), comentado anteriormente (item 7.2.2), e no próprio porto daquela cidade. Estas ocorrências de caulim (aparentemente mais restritas e pouca espessas, pelo menos nos afloramentos estudados) são de gênese sinsedimentar relacionada a própria deposição da

Formação Alter do Chão, diferentemente das demais de origem residual a partir de alteração destas rochas. Acredita-se que as zonas mais favoráveis para o desenvolvimento de depósitos residuais estão relacionadas a alteração de um fácies mais arcoseano e caulínico com intercalações de níveis de caulinita.

As áreas potenciais para prospecção seria a de ocorrência da Formação Alter do Chão, com possibilidade favorável para afloramento em cortes de estrada e em vales de drenagem, no âmbito principalmente das morfounidades Kac I e Kac II. Os municípios pela margem direita do sistema Solimões/Amazonas (DBS) carecem destes depósitos.

### **8.5 Potencialidade para Depósitos de Argila Transportada**

As aluviões do Baixo Negro (DBN), por serem essencialmente arenosas, não mostram favorabilidade para formação de depósitos argilosos, porém nas aluviões relacionadas ao sistema Solimões/Amazonas (DBS) estes depósitos são abundantes. Pelo fato de apresentarem uma diversidade de formas deposicionais (planícies de inundação, barras de acreção, diques marginais, etc.) podem apresentar intercalações de níveis silto-arenosos, caracterizando relativa variação tanto em profundidade como lateralmente, principalmente com relação a granulometria e plasticidade. Os terraços aluvionares no DBS distribuem-se por uma área de 9,1 km<sup>2</sup> do Nh<sub>1</sub> e 10,6 km<sup>2</sup> do Nh<sub>2</sub>. Furos de trado (4) realizados em aluviões Nh<sub>1</sub> próximas a Iranduba mostraram um pacote argiloso com mais de 8 m de espessura. No Careiro da Várzea um furo com apenas 3,50 m no Nh<sub>2</sub> apresentou mais de 2,40 m de argila e na região do Ariaú um furo no Nh<sub>1</sub> mostrou 6,00 m de camada argilosa.

### **8.6 Potencialidade para Depósitos de Argila Residual**

As informações apresentadas a seguir, referentes a distribuição e quantificação de áreas foram extrapoladas a partir da interpretação de imagens de satélite e observações de campos. As



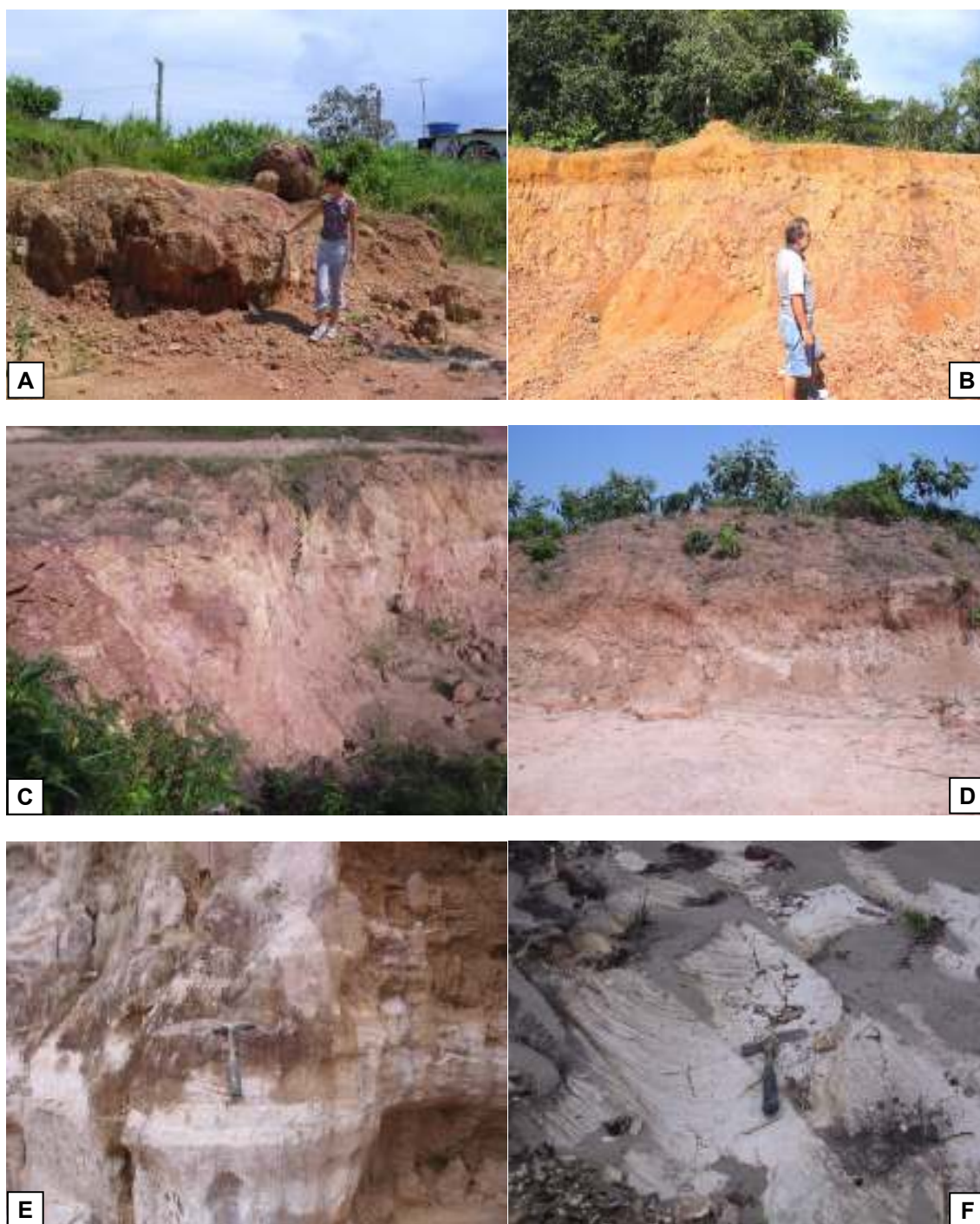


Figura 8.1 – Depósitos do tipo residual de origem intempérica nos diversos horizontes de um perfil de alteração em rochas sedimentares da Formação Alter do Chão. (A) Crosta laterítica maciça (sede de Irاندوبا); (B) Crosta laterítica desmantelada (piçarreira próxima a sede de Manacapuru); (C) Passagem do nível laterítico para o mosqueado (Paraná do Ariaú); (D) Horizonte argiloso mosqueado (Cacau-Pirêra); (E) Nível arenoso caulínico próximo a zona saprolítica (AM-352 – Manairão); (F) Quartzo arenito, rocha-mãe (AM-352 – Manairão);



Figura 8.1 (Continuação) – Depósitos do tipo residual de origem intempérica nos diversos horizontes de um perfil de alteração em rochas sedimentares da Formação Alter do Chão. (G e H) Arenitos fráveis que originaram areais na AM-070 (proximidades de Manacapuru);





Figura 8.1 (Continuação) – Depósitos do tipo residual de origem intempérica nos diversos horizontes de um perfil de alteração em rochas sedimentares da Formação Alter do Chão. (I e J) Níveis de argila caulínica (AM-352 – Manairão);





Figura 8.1 (Continuação) – Depósitos do tipo residual de origem intempélica nos diversos horizontes de um perfil de alteração em rochas sedimentares da Formação Alter do Chão. (K e L) Intercalação de níveis de arenito silicificado e arenito alterado (Praia do Passarinho – Rio Negro)



Figura 8.1 (Continuação) – Depósitos do tipo residual de origem intempérica nos diversos horizontes de um perfil de alteração em rochas sedimentares da Formação Alter do Chão. (**M** e **N**) Exposição do “Arenito Manaus”, silicificado em contado com argila residual, zona mosqueada no perfil de alteração, utilizada pelo pólo oleiro de tijolos de Cacao-Pirêra. Local – Porto do Brito.



informações relacionadas a espessura de camadas foram estimadas com base nas informações de poços e furos de trado, através de simples cálculo de média aritmética devido a quantidade e distribuição dos mesmos. Por estes motivos, estas informações devem ser consideradas apenas como indicativo de potencialidade.

Na região de Cacau-Pirêra a área de distribuição da morfounidade Kac IV, principal responsável pelos depósitos hoje explorados é de 27,22 km<sup>2</sup>, dos quais totalizam uma área já lavrada de aproximadamente 4,78 km<sup>2</sup>, (17,5%). O pacote de argila mosqueada revelou espessura variável entre 1,50 a 8,0 metros, com 4,8 metros em média, em 11 furos de sondagem realizados pelo DNPM-UFAM e um de trado pela CPRM (informação limitada a profundidade de perfuração). Portanto estima-se para a região de Cacau-Pirêra um potencial de argila da ordem de 89.760.000 m<sup>3</sup>, sem considerar possível reaproveitamento, em profundidade, de áreas já lavradas.

Na região do Careiro da Várzea - Careiro do Castanho a morfounidade Kac IV apresenta uma área de distribuição de aproximadamente 159,38 km<sup>2</sup>, considerando-se uma espessura média de 5,0 metros para o pacote de argila mosqueada (baseado em um único furo de trado realizado pela CPRM), estima-se uma reserva potencial da ordem de 796.900.000 m<sup>3</sup> de argila residual.

Na região do paraná Ariaú a área de distribuição da morfounidade Kac IV é de aproximadamente 83,5 km<sup>2</sup>, dos quais apenas 0,36 km<sup>2</sup> (0,43%) já foram lavrados. O indicativo de potencialidade desta área é da ordem de 249.420.000 m<sup>3</sup> considerando-se uma média de 3,00 metros de espessura apenas para o horizonte mosqueado (baseado em 4 furos e observação de campo em área de lavra). Nesta área aprofunda argila caulínica oriunda de horizonte saprolítico, o qual vem sendo utilizada como mistura junto a argila mosqueada. Sua espessura é ainda desconhecida, porém é possível admitir que o pacote possa ultrapassar a 10

metros, tendo como base a interpretação dos perfis de sondagem provenientes de três furos executados pela SONDAPT-Sondagens e Poços Tubulares Ltda. para a FAPEAM/UFAM, todos com profundidade de 60 metros.

Para a morfounidade Kac III na região do Ariaú, foi assinalada uma área de 195 km<sup>2</sup>. Foi observado para apenas o pacote de argila mosqueada espessuras de 4,15m e 5,50m em dois furos (um de trado - CPRM e outro de sonda - DNPM/UFAM). Na região Careiro da Várzea - Manaquiri - Careiro do Castanho, distribui-se por uma área com mais de 700 km<sup>2</sup>. Foi observado no âmbito desta morfounidade três frentes de lavra, duas próximas a Manaquiri (extração manual) e outra na sede do Careiro do Castanho (extração através de pá mecânica), onde a espessura do nível lavrado de argila mosqueada era de 2 e 4 metros respectivamente.

Estes depósitos residuais de argila normalmente apresentam-se recobertos por uma camada de solo ou por fina capa de aluvião holocênico com espessuras variáveis.

As morfounidades Kac I, II não tiveram seu potencial avaliado por este projeto, pela ausência de dados prospectivos, cujos perfis de alteração da Formação Alter do Chão podem expor diferentes horizontes e descontinuidades no terreno.

Na região de Manaus, em área neste estudo considerado como morfounidade Kac I, Damião *et al.* (1972) identificaram depósitos argilosos para uso em cerâmica vermelha, cerâmica branca de baixa temperatura e refratários, com volume estimado da ordem de 1,7 x 10<sup>9</sup> m<sup>3</sup>, porém presumiram a existência de um volume 20 vezes maior.

Torna-se ainda difícil estimar a potencialidade para as argilas caulínicas e caulins, já que as ocorrências revelam-se em superfície descontínuas e normalmente situam-se em profundidade nos perfis de intemperismo, ocorrendo muito próximas ao horizonte saprolítico. A rodovia AM-352

(Manairão) revela-se como uma área promissora à pesquisa, já que ali foram identificadas pelo menos três exposições e também na região do Lago do Limão, onde análises preliminares realizadas em amostras coletadas do furo SF-F-06 (com 3,35m de argila caulínica), mostraram uso provável para Cerâmica Branca. Ambas as áreas de ocorrência estão situadas na morfounidade Kac II.

### 8.7 Potencialidade para os Depósitos de Piçarra, Areia e Brita

Os depósitos de piçarra representam níveis lenticulares, constituídos por fragmentos angulares e subangulares de concreções lateríticas (provenientes do desmantelamento e erosão da crosta) e ainda quartzo e outros minerais, com matriz (abundante ou não) argilo-arenosa a areno-argilosa amarelada ou avermelhada. Em geral são granodecrescentes para o topo, porém tanto lateralmente como em profundidade podem ocorrer blocos de crosta maciça não desagregada. Podem ter espessuras métricas, e apresentar a superfície retilínea ou irregular (similar ao da topografia atual) recobertas por latossolo, podendo representar ou não uma superfície de erosão. Geralmente os depósitos explorados (mais espessos) constituem linhas de pedra autóctones. A importância destes depósitos para a região é pelo uso em pavimentação de rodovias, pois algumas áreas são desfavoráveis para a existência destes depósitos, as quais também carecem de rocha granítica (brita) e seixo.

A favorabilidade para a exposição de crosta laterítica e consequente formação de depósitos de piçarra (piçarreiras), diminui da morfounidade Kac I para a Kac IV. Sendo assim, no Domínio Baixo Solimões as principais áreas situam-se nos municípios de Manacapuru e Iranduba, cujas rodovias e vias secundárias têm acesso natural às suas concentrações.

Em cortes da rodovia AM-070, em área de domínio da morfounidade Kac II, a crosta laterítica encontra-se representada por níveis concrecionários superiores a 1,0

m de espessura e onde são comuns blocos e matacões ferruginosos. Geralmente apresentam-se recobertos por um horizonte de latossolo amarelado arenoargiloso.

Os municípios do Careiro-Castanho, Manaquiri e Careiro da Várzea ressentem-se destes depósitos, encontrando-se restritos à proximidade de alguma crosta laterítica, como é o exemplo de piçarreiras verificadas na proximidade do igarapé Calafati e entorno da sede de Manaquiri. Na AM-254 que dá acesso à Autazes, a estrada secciona grande extensão da morfounidade Kac II, o que favorece o surgimento desses depósitos.

Para areia podem-se identificar três tipos de depósitos: residual pedogenético (areais em terra firme), residual intempérico (ou formacional friável - arenitos parcialmente alterados) e aluvionar.

Neste trabalho procuramos registrar áreas de ocorrências e a distribuição destes depósitos, principalmente na margem direita dos rios Negro/Amazonas, Região do Baixo Solimões - DBS.

As aluviões do Baixo Negro (DBN) revelam potencialidade para a extração de areia, porém não têm sido exploradas, provavelmente por ser o custo de extração e distribuição mais oneroso do que aquele de areais em terra firme.

Os depósitos de areia aflorantes mais abundantes e mais explorados são do tipo residual (fato comprovado pela presença de blocos e matacões de arenito silicificado em meio aos areais e ainda de arenitos saprolíticos na porção basal) e têm gênese relacionada à formação de espodossolos. Podem apresentar espessura superior a 5m, são constituídos por areia esbranquiçada fina a grossa, localmente conglomerática (com seixos de até 1 cm), grãos sub-angulosos, friável, essencialmente quartzosa (com feldspato e opacos), passando a cinza e creme amarelada, argilosa para a base, onde ocorre arenitos amarelados e esbranquiçados, com baixo grau de consolidação. Horbe *et al*, 2003, no estudo

realizado em areais na região de Manaus, relacionam sua gênese a processo típico de intemperismo/pedogênese com geração de espodossolos, por iluviação da matéria orgânica, com lixiviação de caulinita e corrosão do quartzo, no horizonte saprolítico.

Foi registrado um único local de exploração de areia, em área de Kac II no km 12 da rodovia AM-254 para autazes (03° 29' 54,9" S / 59° 50' 15,5" W), a partir de arenito argiloso parcialmente intemperizado. Este depósito foi considerado como de alteração, porém sem pedogênese. A lavra é realizada através de retroescavadeira a uma profundidade de mais de 10 m. Antes, porém foi removido e explorado também o capeamento argilo-arenoso avermelhado a amarelado, para aterro de estrada. No topo ocorre um nível de piçarra com até 1 m de espessura, constituindo linha de pedra de superfície aplainada (autóctone) que denota o desmantelamento da crosta laterítica, recoberto por uma camada de latossolo com 2 m de espessura em média (Figura 8.2).

Os depósitos de areia apresentam restrição de áreas de ocorrência pela margem direita do Rio Solimões nos municípios do Careiro da Varzea, Manaquiri e Careiro do Castanho (Domínio Baixo Solimões – DBS), desprovidos de fontes geradoras de areia e limitados, quando muito, àqueles pequenos depósitos aluvionares formados em lagos, via-de-regra, na proximidade de ilhas.

No município do Careiro da Várzea as possibilidades são maiores devida a grande extensão de planícies aluvionares, o que corrobora para o maior volume de depósitos arenosos, contudo, restritos aos principais cursos d'água. Apenas em área da morfounidade Kac II na estrada para Autazes, é possível a existência de areias espodossólicas, como é o caso do Areal do Careiro situado no km 13 do ramal do Km 12 da AM-254.

No DBS, na zona de interflúvio Negro – Solimões, em áreas da morfounidade Kac II, os areais do tipo



Figura 8.2 – Local de exploração de areia a partir de arenito intemperizado. No topo latossolo com nível de piçarra.

residual/pedogenético, aparecem no município de Manacapuru, cujas ocorrências situam-se ao longo da AM-352 (Manairão). No município de Iranduba os areais são menos freqüentes, existindo, contudo, diversos sítios na Rodovia Manoel Urbano e no ramal do Km 30 desta rodovia.

No Domínio Baixo Negro – DBN existe ampla distribuição de depósitos de areia residual/pedogênica nas circunvizinhanças de Manaus, ao longo da BR-174 e AM-010 em áreas relacionadas a morfounidade Kac I. Esta região (DBN) dispõe de diversas teses de mestrado e trabalhos abordando estes depósitos de areia (Santos 2001, Gouvêa 2001, Horbe et al 2003 e CPRM 2006).

A areia da região do estudo é utilizada exclusivamente na construção civil, para concreto, argamassa e na fabricação de blocos de concreto e telhas de cimento. A fração de granulometria mais fina dos níveis mais conglomeráticos é aproveitada em pré-filtros de poços artesianos. O processo de extração de areia é muito rudimentar (pá carregadeira e caçamba) o que permite produção informal e irregular. A concorrência é baseada em preço. A cobrança de imposto maior que o

custo de aquisição, contribui para a sonegação fiscal.

Na Tabela 8.1 consta o consumo estimado de areia a partir do consumo aparente de cimento considerando a relação de 1 para 3 entre o consumo de cimento e areia. Apresenta ainda a produção oficial comercializada e respectivo valor de acordo com o Anuário Mineral Brasileiro do DNPM. Estes valores são muito discrepantes quando comparados com os dados fornecidos pelo DNPM - 8º Distrito (Heidrich, N., com. pess.), baseado nos relatórios anuais de lavra e de pagamento do Banco do Brasil, também apresentados nesta tabela. Heidrich, (com. pess.), porém estima uma produção de areia da ordem de 1.500.000 m<sup>3</sup>, nestes últimos anos. Fato curioso é que a produção comercializada decresceu a partir de 2001, de acordo com o Anuário Mineral Brasileiro - DNPM.

Ano	Consumo Aparente de cimento (m <sup>3</sup> ) (1)	Consumo Estimado de areia (m <sup>3</sup> )	Produção de areia (2)		Produção de areia (3)			
			Comercializada (m <sup>3</sup> )	Valor (R\$)	Registrada (m <sup>3</sup> )	Valor (R\$)	ICMs (R\$)	CFEM (R\$)
1995	211.670	635.000			SR			
1996	273.330	820.000			SR			
1997	380.000	1.140.000			SR			
1998	362.500	1.087.500			SR			
1999	365.830	1.097.500			SR			
2000	393.330	1.180.000			15.856	42.164	1.837	799
2001	452.500	1.357.500	1.900.500	20.756.104	22.202	38.050	1.041	656
2002	473.330	1.420.000	1.513.624	18.012.554	2.885	3.463		69
2003	475.000	1.425.000	1.464.035	15.386.627				
2004	489.170	1.467.500	1.644.475	19.610.023				

Fontes: (1) Calculado com base no peso específico do cimento de 1.200 kg/m<sup>3</sup> e o consumo aparente em toneladas de acordo com o Sindicato Nacional da Indústria de Cimento – SNIC.

(2) DNPM - Anuário Mineral Brasileiro – 2005.

(3) DNPM - 8º Distrito (Heidrich, N., com. pess.).

Tabela 8.1 – Consumo e produção de areia na região de Manaus.

No comércio local o preço médio do metro cúbico da areia é R\$ 20,00 (dezembro/2005).

Os arenitos silicificados que constituem a fácies “Arenito Manaus” ocorrem em forma de intercalações

lenticulares, em geral com um a dois metros de espessura e distribuição areal incerta, presumivelmente da ordem de centenas de metros quadrados, entre as demais rochas sedimentares cretácicas (por vezes parcialmente alteradas) da

Formação Alter do Chão, podendo constituir mais de um nível.

O arenito é bastante usado pela “autoconstrução” (em prédios de menor estrutura) em substituição a brita de granito, na região metropolitana de Manaus. Damiano *et al.* 1972, realizou testes de resistência com estes arenitos. Após 28 dias de cura do concreto, apresentaram valores de 100 a 150 kg/cm<sup>2</sup>, com indicação de uso em estruturas leves, em fundações, em pavimentações e em estruturas de concreto armado em edifícios de até dez andares (no caso dos arenitos mais silicificados que apresentaram valores superiores a 130 kg/cm<sup>2</sup>). Segundo Gouvêa 2001/2002, o peso específico seco das britas de granito é em torno de 1,8 t/m<sup>3</sup> e das de arenito 1,6 t/m<sup>3</sup>.

As áreas potenciais para prospecção de arenito seria a de ocorrência da Formação Alter do Chão, nos vales das drenagens, com possibilidade mais favorável no domínio das morfounidades Kac I e Kac II. O manto de intemperismo é o responsável pela raridade de exposição destas rochas em superfície principalmente no interior dos platôs.

Ocorrem, via-de-regra, em ambas as margens do rio Negro e em alguns de seus tributários. Na época de extrema estiagem algumas ilhas revelam exposições de rocha, como é o caso da ilha Careiro. Entretanto, devida a sua situação geográfica, quase sempre em locais de crescimento urbano ou em áreas de lazer, onde formam pontos de frequência de banhistas, têm sido impedidos de serem explorados face os impactos ambientais causados pela sua extração. No interflúvio Negro – Solimões registra exposições no Igarapé Cachoeira e na Ponta do Brito.

Deste modo, a utilização do arenito sob forma de brita vem drasticamente sendo reduzida, sendo substituído por seixos ou mesmo brita oriunda de áreas de rocha do embasamento da Bacia Amazonas, como em Moura (Município de Barcelos - acesso apenas fluvial) e BR-174 (Município de Presidente Figueiredo). Contudo, ambas áreas distam

respectivamente 170 e 150 km de Manaus. Já os seixos têm sua origem bastante diversificada e bem distante (mais de 700 km do porto de Manaus), com proveniência dos rios Aripuanã, Uatumã, Nhamundá, Japurá e até mesmo do rio Branco, acima de Caracaraí (PRIMAZ-Caracaraí, CPRM 1998). No Domínio Baixo Solimões, nos municípios do Careiro-Castanho, Manaquiri e Careiro da Várzea praticamente inexistem afloramentos rochosos.

Devido ao custo de produção (referente a extração, beneficiamento e transporte) de brita de rocha granítica, quase metade desta demanda é suprida pelo seixo, cuja condição de preço mais baixo em função do custo de produção, praticamente restrito a extração e o transporte fluvial superam aquele rodoviário. Ademais, as balsas transportadoras de seixos são as mesmas que efetuam o transporte de outros materiais de necessidade básica às localidades geradoras do seixo. Atualmente a produção de brita proveniente do granito da região de Moura (lavra intermitente desde a década de 70) tem aumentado significativamente, porém a brita de arenito ainda responde por cerca de 30% da demanda regional. Nas regiões de extrema carência de brita, a laterita é utilizada como pedra em bloco, principalmente pelos auto-construtores de baixa renda.

Na Tabela 8.2 consta o consumo estimado de rocha (em blocos e britadas) e cascalho a partir do consumo aparente de cimento, considerando a relação de 1:2 entre o consumo de cimento e de brita. Apresenta ainda a produção oficial comercializada e respectivo valor de acordo com o Anuário Mineral Brasileiro do DNPM. Estes valores são muito discrepantes quando comparados com os dados fornecidos pelo 8º Distrito do DNPM (Heidrich, N., com. pess.), com base nos relatórios anuais de lavra e de pagamento pelo Banco do Brasil, também apresentados nesta tabela. Uma estimativa de produção de brita da ordem de 1.000.000 m<sup>3</sup> nestes últimos anos tem sido ainda mencionada (Heidrich, N., com. pess.). A produção registrada em 2002 é referente apenas a arenito e em 2001 além de arenito (1.348 m<sup>3</sup> de brita a R\$ 39,00 o



m<sup>3</sup>), inclui ainda 5.895 m<sup>3</sup> de seixo no valor de R\$ 25,00 o m<sup>3</sup>, assim como em 2000 na produção registrada de brita consta de

6.660 m<sup>3</sup> de seixo com o mesmo valor do m<sup>3</sup>.

Ano	Consumo Aparente de cimento (m <sup>3</sup> ) (1)	Consumo Estimado de brita (m <sup>3</sup> )	Produção de brita (2)		Produção de brita (3)			
			Comercializada (m <sup>3</sup> )	Valor (R\$)	Registrada (m <sup>3</sup> )	Valor (R\$)	ICMs (R\$)	CFEM (R\$)
1995	211.670	423.330			SR			
1996	273.330	546.670			SR			
1997	380.000	760.000			SR			
1998	362.500	725.000			SR			
1999	365.830	731.670			SR			
2000	393.330	786.670			6.891	192.296	29.926	2.877
2001	452.500	905.000	1.283.836	49.029.579	7.243	199.897	35.259	3.895
2002	473.330	946.670	1.021.666	43.281.052	1.155	23.150		463
2003	475.000	950.000	995.664	38.108.114				
2004	489.170	978.330	1.114.117	50.532.672				

Fontes: (1) Calculado com base no peso específico do cimento de 1.200 kg/m<sup>3</sup> e o consumo aparente em toneladas de acordo com o Sindicato Nacional da Indústria de Cimento – SNIC.

(2) DNPM - Anuário Mineral Brasileiro – 2005.

(3) DNPM - 8º Distrito (Heidrich, N., com. pess.).

Tabela 8.2 – Consumo e produção de rochas (em blocos e britadas) e cascalhos na região de Manaus.

Chamou a atenção o fato de que pelo Anuário Mineral Brasileiro do DNPM no ano de 2004, o valor da produção de Rochas britadas e Cascalhos é metade (R\$50.532.672,00) do valor da produção de metálicos (R\$ 98.190,00 referente a Sn) no estado do Amazonas e em 2002 e 2001 representou mais da metade, porém aparentemente não foi recolhidos os impostos pertinentes. Para 2003 (Heidrich,

N., com. pess.) estimou-se uma produção de areia, argila e brita no valor de 43 milhões de reais, considerando respectivamente a R\$ 6,00, R\$ 4,00 e R\$ 30,00 o preço do m<sup>3</sup>.

A Tabela 8.3 apresenta o preço dos principais agregados utilizados na construção civil, comercializados na região de Manaus.

Produto (m <sup>3</sup> )	Preço médio (R\$)
Pedra em bloco (arenito)	38,00
Brita nº 1, 2, e 3 (arenito)	55,00
Brita nº 1, 2, e 3 (granito)	90,00
Pó de brita (arenito)	35,00
Pó de brita (granito)	75,00
Seixo (m <sup>3</sup> )	60,00

Tabela 8.3 – Preço médio praticado no comércio de Manaus para agregados (rochas em blocos, britadas e cascalhos) utilizados na construção civil na região (dezembro/2005).

## 9 – Caracterização Tecnológica dos Materiais Cerâmicos

### 9.1 Características e Qualidades das Argilas

O ceramista pouco investe em ensaios tecnológicos que conduzam à caracterização da matéria-prima. Muitas vezes utilizam a mistura de argilas por “sentimento”.

As propriedades mais importantes das argilas são a plasticidade, resistência mecânica, retração e compactação. A argila utilizada na fabricação de produtos cerâmicos deve apresentar plasticidade no estado úmido, dureza ao secar e rigidez ao ser queimada.

A plasticidade está diretamente relacionada à granulometria das partículas, onde uma maior granulometria refere-se à menor plasticidade. Um aumento da plasticidade pode ser feita pela adição de floculante ou moagem para uma fração mais fina. Quando umedecida a argila adquire plasticidade o que permite que se produza tijolos por extrusão em marombas. A matéria orgânica (ácidos húmicos) também atua como colóide protetor das partículas, conferindo notável plasticidade às argilas, porém deve-se considerar que, como retém água, a presença em quantidade excessiva pode provocar retração e também formação de gases (poros). Já a presença de sílica livre (inertes) causa redução da plasticidade e baixa a retração linear.

Muitos oleiros usam água, detergente, óleo, etc., para facilitar a plasticidade. O fato do óleo ter enxofre, por ocasião do processo de queima pode haver formação de ácido sulfúrico (IPT 2006), que pode provocar a corrosão de metais (fornos, vagonetes, etc.).

Motta *et al.* 2001, considera que a matéria orgânica é importante quando está finamente dividida, bem distribuída e intimamente ligada as partículas de argila e, em pequenas proporções, pois aumenta a plasticidade, facilitando a moldagem e aumenta a resistência mecânica da peça crua. Porém em excesso, pode causar

trincas na secagem e na queima, devido a grande contração. Na queima, se não houver boa oxigenação, pode criar ambiente redutor, formando núcleos pretos (coração negro). A matéria orgânica pode também ser adicionada a massa na forma de finos de carvão, serragem etc., nesses casos, geralmente diminuem a plasticidade porém facilitam a secagem, deixam os produtos mais porosos e isolantes, mas também reduzem a resistência mecânica (IPT 2006).

Na região do estudo as argilas mosqueadas de alteração praticamente não apresentam matéria orgânica, porém é comum nas argilas de aluvião (várzea).

Durante o processo de fabricação de produtos cerâmicos a plasticidade (importante na etapa de conformação) é perdida temporariamente pela secagem, e permanentemente pela queima, quando ocorre retração e compactação, passando prevalecer a resistência mecânica adquirida.

A resistência mecânica de uma matéria-prima pode ser aumentada através do aumento de teor dos argilominerais. Depende diretamente quantidade e do tipo de argila, bem como da granulometria e quantidade de carga na massa cerâmica, e indiretamente da regularidade e do grau de secagem (IPT 2006).

A quantidade e granulometria do quartzo ( $\text{SiO}_2$ ) presente nas argilas tem influência na contração de secagem e queima, sendo desejável para administrar uma secagem e queima mais rápidas. Na temperatura de queima de cerâmica vermelha o quartzo e o feldspato (fundente em temperatura mais alta,  $> 1.150^\circ\text{C}$ ) são inertes ou seja não fundem, não dão resistência e nem plasticidade. O quartzo (apesar de inerte), porém na temperatura de  $573^\circ\text{C}$  muda seu estado cristalino aumentando de volume (passa de quartzo  $\alpha$  para  $\beta$  - transformação reversível) e se a passagem na faixa de temperatura entre  $450^\circ\text{C}$  e  $650^\circ\text{C}$  for muito rápida, pode provocar trincas pois ele retrai novamente

por ocasião do resfriamento. A quantidade de quartzo em excesso é prejudicial, pois reduz a níveis não aceitáveis a plasticidade, a trabalhabilidade e a resistência mecânica da massa e do produto (IPT 2006).

O ferro (teor mínimo de 4%) é o responsável pela sua cor vermelha após a queima (950°C) e diminui a refratariedade. Os minerais de ferro na granulometria fina ajudam a fazer a solda, porém quando mais grossos podem causar problema na extrusão. Os óxidos de ferro auxiliam também na fusibilidade e resistência mecânica das peças (IPT 2006).

Os óxidos de cálcio e magnésio são agentes fundentes que tendem a baixar a refratariedade das argilas e os álcalis - somatório dos óxidos de sódio e potássio - são agentes fundentes indesejáveis para materiais refratários, contudo, fundamentais na vitrificação de porcelanas e produtos de cerâmica branca.

As argilas ilíticas, por seu teor em K, ajuda na resistência mecânica, já as esmectitas em excesso (acima de 5%, segundo IPT 2006), pode ser prejudicial e provocar trinca no produto acabado, devido a propriedade que têm de retrainir e expandir.

As argilas refratárias são aquelas do tipo caulíníficas, ricas em silicatos de alumínio hidratado (altamente aluminosas), capazes de suportar altas temperaturas sem deformação e desintegração (Queiroz, 1997, *apud* Nesi & Carvalho, 1999), são menos plásticas e retêm menos água.

As argilas qualificadas para uso em cerâmica vermelha devem apresentar características de plasticidade que permita fácil moldagem, tensão ou módulo de ruptura a flexão com teor médio a elevado (antes e depois da queima) que permite o manuseio das peças durante a fabricação, e geralmente apresentam coloração avermelhada após a queima em 950°C, com um mínimo de trinca e empenamento. Na fabricação de telhas, as argilas devem apresentar tensão ou módulo de ruptura a flexão elevado após secagem, baixa

porosidade aparente e absorção de água, de modo a permitir retração uniforme, condição fundamental ao controle das trincas, dos empenamentos e das dimensões do produto acabado.

A Tensão de Ruptura a Flexão – TRF depende da distribuição granulométrica e da composição da argila. A TRF da caulinita aumenta com a diminuição da granulometria. O aumento do teor de illita (diâmetro inferior a dois microns) aumenta a TRF da argila empregada na cerâmica vermelha.

## **9.2 Resultados de Análises Laboratoriais de Amostras *in Natura* de Argila**

Foram analisadas amostras de superfície e de furos de trado. As amostras selecionadas foram encaminhadas para análises granulométricas, palinológicas, mineralógicas, químicas e de ensaios cerâmicos preliminares.

As amostras de superfície foram coletadas de afloramentos em corte de estrada ou ainda em corte de lavra no âmbito das morfo-unidades Kac IV e III.

As amostras de sub-superfície foram provenientes de furos de trado manual de 10 cm de diâmetro, com testemunhagem contínua. As amostras foram descritas e separadas por horizonte com características distintas (granulometria, cor, plasticidade, etc.) a partir do qual foi obtida uma amostra composta, mais homogênea possível e representativa do intervalo. Nos níveis argilosos, foi retirada também uma amostra de 20 kg. Toda a preparação das amostras, que inclui secagem, moagem, homogeneização e quarteamento, foi realizada pelo laboratório da Superintendência de Manaus, sendo separadas alíquotas ao atendimento das diversas análises.

### **9.2.1 Difractometria de Raios-X (DRX)**

Para identificação da composição mineralógica foram realizadas análises por

Difração de Raios-X do Laboratório do Departamento de Geociências da Universidade Federal do Amazonas – UFAM, sob a responsabilidade da Dra. Adriana M. Coimbra Horbe e do Discente Marcelo Batista Motta.

Em oito das 32 amostras analisadas foi separada ainda a fração argilosa com a finalidade de retirar a interferência do quartzo, que por ser muito abundante mascara a presença de outros minerais que ocorrem em baixas proporções. Estas análises permitiram identificar apenas a presença de illita, além

dos demais minerais determinados na fração total. A identificação ocorreu por exclusão, pois a muscovita ocorre preferencialmente na fração mais grossa, enquanto que a illita por ser um argilomineral se concentra na fração mais fina. Deve-se considerar que nas análises por DRX, os minerais com concentração inferior a 5% são muito difíceis de serem identificados (Horbe, A.M.C., com. pess.).

Os resultados analíticos por DRX permitiram individualizar as amostras em seis distintos grupos (Tabela 9.1).

Grupo	Amostra	Zona no perfil de alteração	Característica	Morfounidade	Composição mineralógica
1	RG-S-07	-	Sedimento silicoso	Kac III	Quartzo
2	SF-F-06d; SF-F-06e	Mosqueada	Argila caulínica *	Kac II	Caulinita e quartzo
	RG-F-01a	Solo	Alteração do mosqueado	Kac IV	
3	RG-F-01c; RG-F-01d1; RG-02; RG-06a; RG-06b; SF-F-02a; e SF-F-07c	Mosqueada	Argila mosqueada	Kac IV	Quartzo, caulinita e illita.
	RG-01			Kac III	
	SF-F-09c			Kac III	( + hematita)
	RG-F-01b			Kac IV	
4	SR-11a **	Mosqueada a saprolítica	Argila cinza mosqueada	Kac IV	Quartzo, caulinita, illita/muscovita e esmectita
	SF-F-07b		Argila cinza clara dura		
	SF-F-08c; SF-F-08d		Argila cinza clara com manchas violáceas	Kac II	
5	SF-F-07f; SF-F-07g	Saprolítica	Argila cinza clara, mole, plástica.	Kac IV	Quartzo, caulinita, illita/muscovita, feldspato e rutilo.
6	RG-F-02c	Aluvião	Argila cinza escura, plástica, mole com matéria orgânica.	Nh1/Nh2	Quartzo, caulinita, illita/muscovita, esmectita.
	SF-F-05d				( + rutilo)
	SF-F-01c; SF-F-01d; SF-F-03d; SF-F-03j; SF-F-03h; SF-F-04b; SF-F-04d; SF-F-05a; SF-F-05f				( + rutilo e feldspato)
	SF-F-03b				( + rutilo/anatásio, feldspato e hematita)

\* Queima clara

\*\* A esmectita é do tipo montmorilonita

Obs: A localização e profundidade de amostragem consta na Tabela 9.2 no Anexo IV.

Tabela 9.1 – Característica, situação e composição mineralógica determinada por DRX das amostras analisadas.

Na amostra de sedimento silicoso foi detectada apenas a presença de sílica. Em duas amostras de argilas caulíníficas com cor de queima clara foi determinado apenas quartzo e caulinita, pois é possível que a illita tenha sido totalmente transformada em caulinita.

Nas amostras de argila de alteração residual, características da zona mosqueada (parte mais superior) foi detectado quartzo, caulinita, illita e localmente hematita. Nas de argila cinza com raras manchas ferruginosas coletadas na zona transicional mosqueada - saprolítica, além da caulinita e da illita/muscovita foi registrada esmectita. Nas amostras de argila cinza clara, mole, com mais características da zona saprolítica foi detectada ainda a presença de feldspato e rutilo.

As argilas aluvionares (DBS) mostraram ser constituídas por quartzo, caulinita, illita/muscovita, esmectita, rutilo/anatásio, feldspato e hematita.

O quartzo é abundante, caracterizado em todas as amostras. O rutilo/anatásio foi detectado frequentemente nas argilas aluvionares e nas argilas de alteração residual da zona saprolítica, possivelmente pelo fato de apresentarem mais resistência ao intemperismo.

A caulinita é o argilomineral predominante, determinado em todas as amostras (exceto no sedimento silicoso) e em geral reflete condições de intensa lixiviação. A illita só não foi determinada nas argilas caulíníficas de cor de queima clara e a esmectita é comum nas argilas aluvionares e ainda nas argilas de alteração apenas na zona saprolítica. Nas argilas residuais as illitas podem constituir um estágio intermediário de alteração para as caulíníficas.

A granulometria das illitas geralmente é  $< 0,6 \mu\text{m}$  e nesta fração não é possível a distinção entre muscovita reliquiar e illita neoformada por serem seus polítipos parecidos (Truckenbrodt 2004).

Muito provavelmente a esmectita é do tipo montmorilonita conforme comprovado na amostra de argila residual SR-11A, cuja reflexão no plano 001 apresenta distância interplanar de  $14,631 \text{ \AA}$ , o que pode caracterizar a existência de argilas expansivas na região do estudo.

Nas aluviões, Damião *et al.* 1972, registra argilas ricas em caulinita com traços de montmorilonita e raramente vermiculita, clorita e quartzo, com uso em cerâmica vermelha, agregados leves e ainda como agentes tixotrópicos e descorantes. Comenta ainda que os argilominerais do grupo da montmorilonita ocorrem nas regiões baixas e alagadiças dos rios Solimões e Amazonas. Nas argilas residuais aponta a predominância de argilominerais do grupo da caulinita com traços gibsita, rara illita e ainda feldspato e quartzo, com uso em cerâmica vermelha, cerâmica branca de baixa temperatura, em refratários (argilas caulíníficas) e em papel e borracha (caulins).

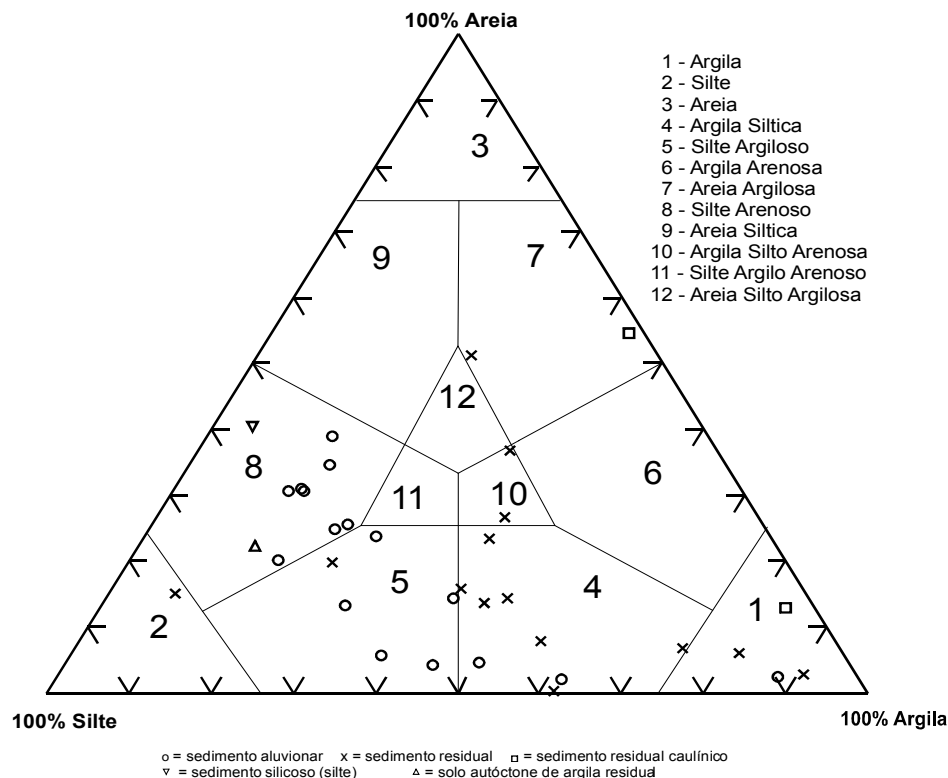
### 9.2.2 Análises Granulométricas

Foram realizadas 45 análises no laboratório de solos do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - INPA pelo método de peneiramento a úmido nas frações: argila ( $< 0,002 \text{ mm}$ ), limo fino ( $0,002-0,02 \text{ mm}$ ), limo grosso ( $0,02-0,053 \text{ mm}$ ), areia fina ( $0,053-0,212 \text{ mm}$ ) e areia grossa ( $0,212-2,00 \text{ mm}$ ). Os resultados encontram-se na Tabela 9.3 no Anexo IV.

A partir dos resultados analíticos foram empregados alguns diagramas ternários, principalmente para amostras representativas de níveis pelíticos passíveis de aproveitamento como matéria-prima na indústria cerâmica. Utilizou-se ainda uma amostra de um sedimento síltico silicoso à interesse de sua prévia utilização como agregado asfáltico.

No diagrama da Figura 9.1, as amostras provenientes das aluviões revelam-se mais sílticas, enquanto que aquelas oriundas dos produtos do intemperismo da Formação Alter do Chão constituem-se mais argilosas. A proporção de areia em ambas procedências é

relativamente similar e encontra-se na faixa de 17 a 19%.



o = sedimento aluvionar    x = sedimento residual    □ = sedimento residual caulínico  
 ▽ = sedimento silicoso (silte)    Δ = solo autóctone de argila residual

Figura 9.1 – Classificação dos sedimentos com base na granulometria (Diagrama de Shepard, 1954).

Nas amostras das aluviões o percentual da fração areia (fina e grossa) variou de 2,22 a 38,85% com média de 19,18%; a fração silte (limo fino e grosso) de 9,81 a 61,63%, com média de 47,96% e a fração argila de 14,08 a 87,64%, com média de 32,85%. Naquelas amostras de alteração o percentual de areia variou de 0,33 a 51,11%, com média de 17,18%; a fração silte de 6,42 a 76,73% com média de 33,95% e a fração argila de 8,13 a 90,81%, com média de 48,87%.

Vários autores como Heystek, 1964, Placidelli, S. & Melchiades, F. G. (1997) delimitaram com base em estudo da composição granulométrica das massas cerâmicas, campos de aplicação para diversos produtos de cerâmica vermelha, em diagramas ternários do tipo Argila (<2µm) X Limo fino (2-20 µm) X Limo grosso + Areia fina a grossa (>20 µm).

Motta *et al.* 2001, observou que pela prática dos ceramistas o limite entre as classes de argila não é rígido, pelo fato, por exemplo, de que muitos usam a mesma massa para telhas e tijolos furados. Ensaio específicos realizados por Riker (2005) mostraram em estudo comparativo com o de Placidelli, S. & Melchiades, F.G. (1997), que grande parte das amostras caracterizadas nos ensaios ficou fora dos campos propostos pelos referidos autores. Riker (2005), considera que composição química das argilas, mais especificamente os teores de sílica, alumina, ferro e alcalis, está diretamente relacionada ao tipo de produtos da cerâmica vermelha (tijolo manual e prensado, tijolo furado e telhas).

A Figura 9.2 mostra a disposição das amostras simples (*in natura*) no diagrama granulométrico de Winkler adaptado por Placidelli, S. & Melchiades,

F.G. (1997). Observa-se que a maioria das amostras não estão delimitadas nos campos que definem a aptidão das massas cerâmicas segundo a composição granulométrica, o que denota a necessidade da realização de ensaios tecnológicos específicos para a definição da mistura na proporção ideal de diferentes tipos (níveis ou camadas) de argilas. Neste estudo foram realizados apenas ensaios

cerâmicos preliminares (ver item 9.2.4), porém acredita-se com base no observado nas indústrias oleiro-cerâmicas da região, que a granulometria por si só não seria fator decisivo para a composição das massas cerâmicas, a composição química e a presença de matéria orgânica também refletem no comportamento plástico das mesmas além de outras propriedades.

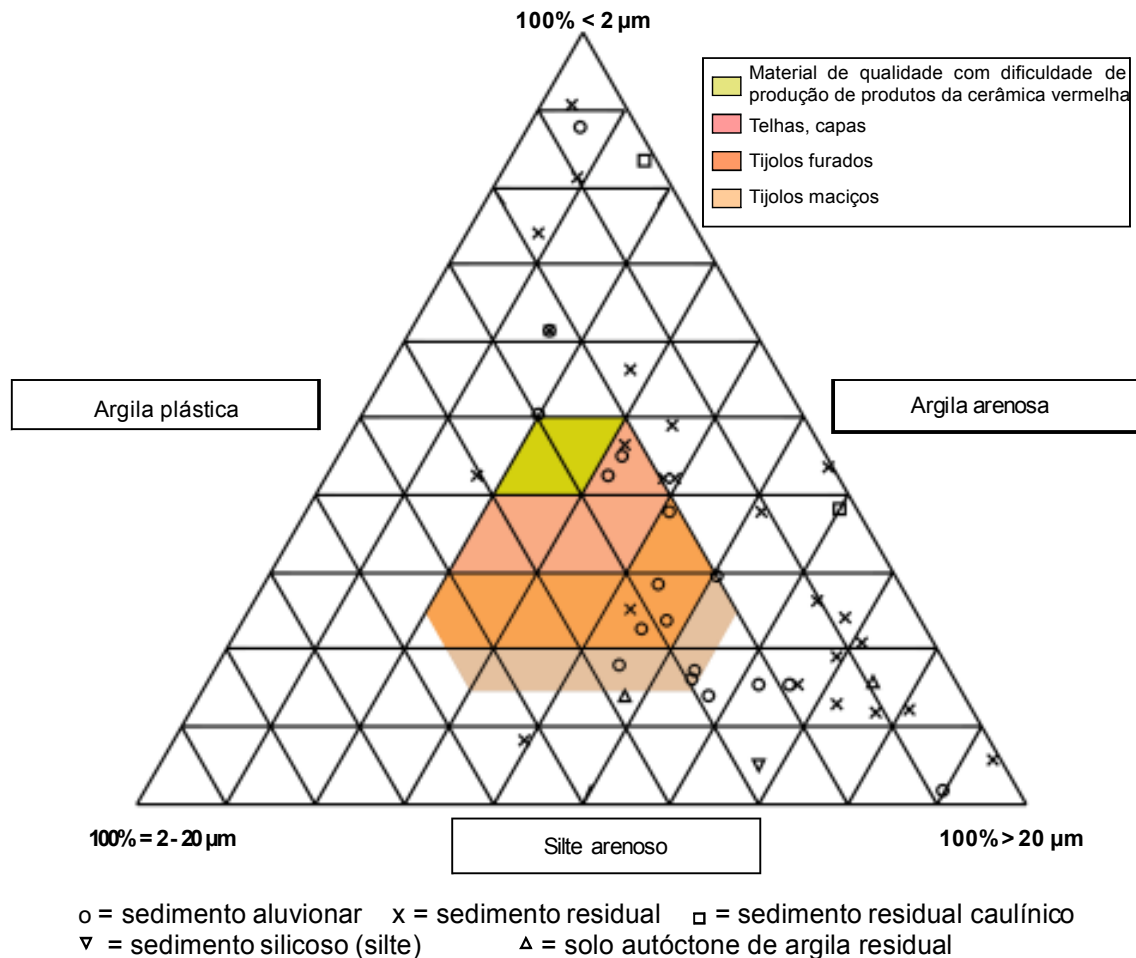


Figura 9.2 – Disposição das amostras analisadas no diagrama granulométrico de Winkler adaptado por Placidelli, S. & Melchiades, F.G. (1997).

As amostras RG-6a e RG-6b são provenientes de um mesmo “barreiro” da Cerâmica Rio Negro, no distrito de Cacau-Pirêra, e representam argilas residuais, sendo empregadas como mistura na fabricação de tijolos de oito furos. Segundo o responsável pela mistura, processada na ocasião do transporte para o depósito da

olaria, a utilização isolada do material mais argiloso (do tipo da amostra RG-6b) provoca muitas trincas no produto acabado. A análise granulométrica mostrou um aumento em torno de 5% da fração argila, 2% fração síltica e diminuição de aproximadamente 8% da fração arenosa de RG-6a para RG-6b (Tabela 9.4). Isto



mostra a necessidade da pesquisa geológica e da realização de ensaios cerâmicos específicos, pois variações granulométricas da ordem de 10%, nas

massas cerâmicas podem refletir em problemas na qualidade dos produtos acabados.

Amostra	Argila	Silte	Silte grosso	Areia fina	Areia grossa
RG-06a	56,37	16,21	19,64	6,74	1,04
RG-06b	61,45	22,94	15,28	0,24	0,09

Tabela 9.4 – Análise granulométrica (%) em amostras coletadas no “barreiro” da Cerâmica Rio Negro, no distrito de Cacau-Pirêra.

### 9.2.3 Análises Químicas

Foram realizadas análises químicas de óxidos maiores e menores e elementos traço (45) em treze amostras de argila aluvionar, treze de argila mosqueada e duas de argila caulínica de cor de queima clara (argilas residuais ou de alteração), uma de solo (alteração da Fm Alter do Chão) e uma de sedimento silicoso, pelo Laboratório ACME ANALYTICAL LABORATORIES LTD.

Com base nos resultados analíticos (Tabelas 9.5; 9.6a; e 9.6b no Anexo IV) tentou-se caracterizar quimicamente as argilas aluvionares e as de alteração.

No diagrama ternário  $\text{SiO}_2 \times \text{Al}_2\text{O}_3 \times \text{Fe}_2\text{O}_3$  de Bourman & Ollier (2002), todas as amostras analisadas concentram-se no campo das caulinitas, fato também evidenciado nos resultados analíticos por DRX (Figura 9.3).

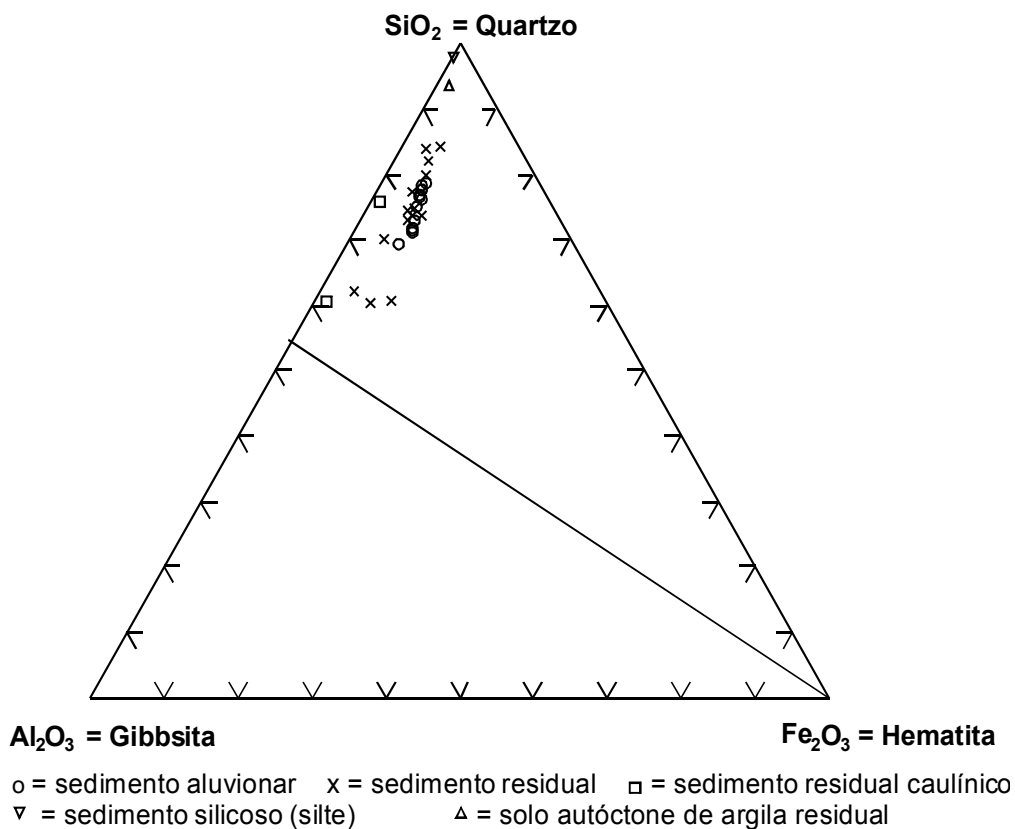
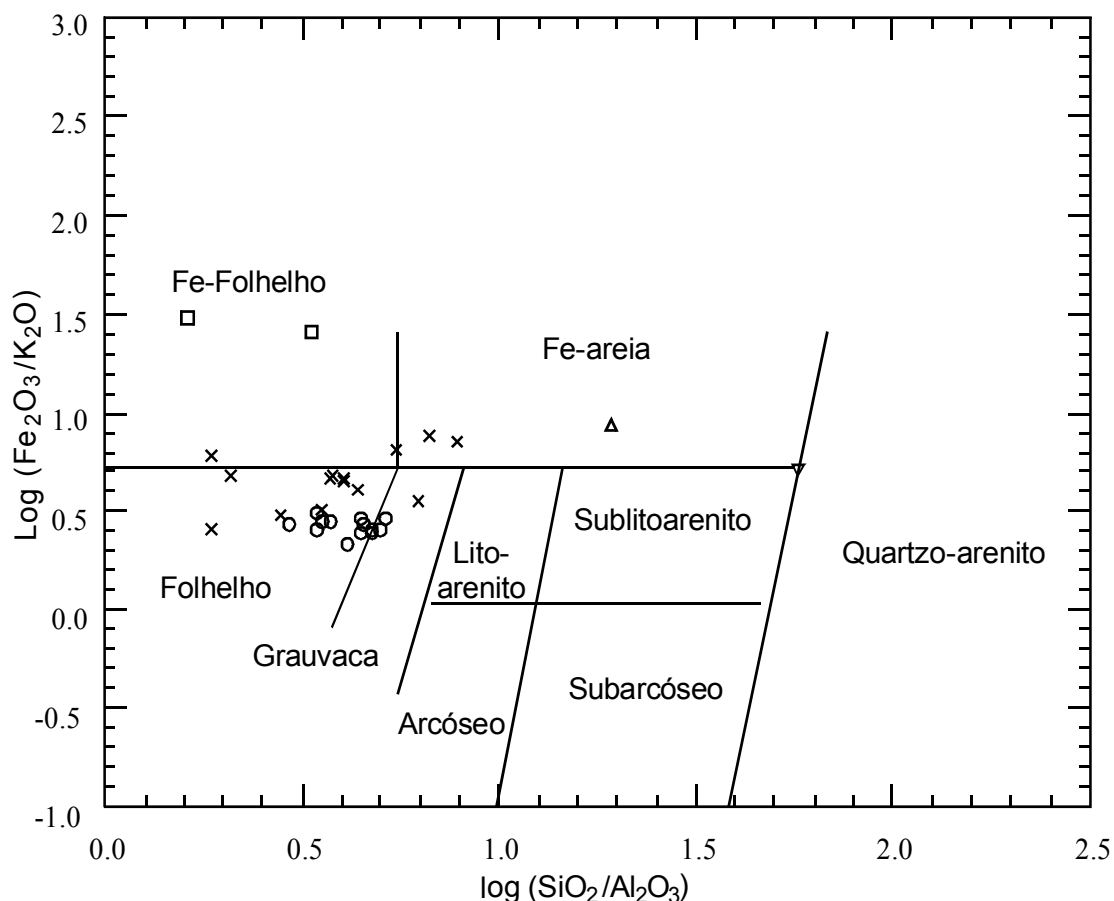


Figura 9.3 – Distribuição das amostras analisadas no diagrama de Bourman & Ollier (2002).

No diagrama binário log (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/K<sub>2</sub>O) vs. log (SiO<sub>2</sub>/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) de Herron (1988) que permite a caracterização litológica dos sedimentos argilosos com base na classificação de arenitos e argilas terrígenas, as argilas aluvionares concentram-se no campo do folhelho e subordinadamente no campo da gravaca.

De modo similar as argilas residuais predominam no campo do folhelho, tendendo, contudo, para os campos do Fe-folhelho e Fe-areia. As argilas caulínicas, de queima clara, posicionam-se invariavelmente no campo do Fe-folhelho, sendo que o sedimento silicoso se situa no campo do quartzo arenito (Figura 9.4).



◦ = argila aluvionar      x = argila residual      ◻ = argila residual caulínica  
 ▽ = sedimento silicoso (silte)      Δ = solo autóctone de argila residual

Figura 9.4 – Distribuição das amostras analisadas no diagrama de de Herron (1988).

O gráfico Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> x SiO<sub>2</sub> apresenta uma correlação negativa com tendência de enriquecimento relativo de Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> no sentido das argilas de aluvião para as residuais

mosqueadas e para as residuais caulínicas (cor de queima clara), apresentando campos bem definidos (Figura 9.5).

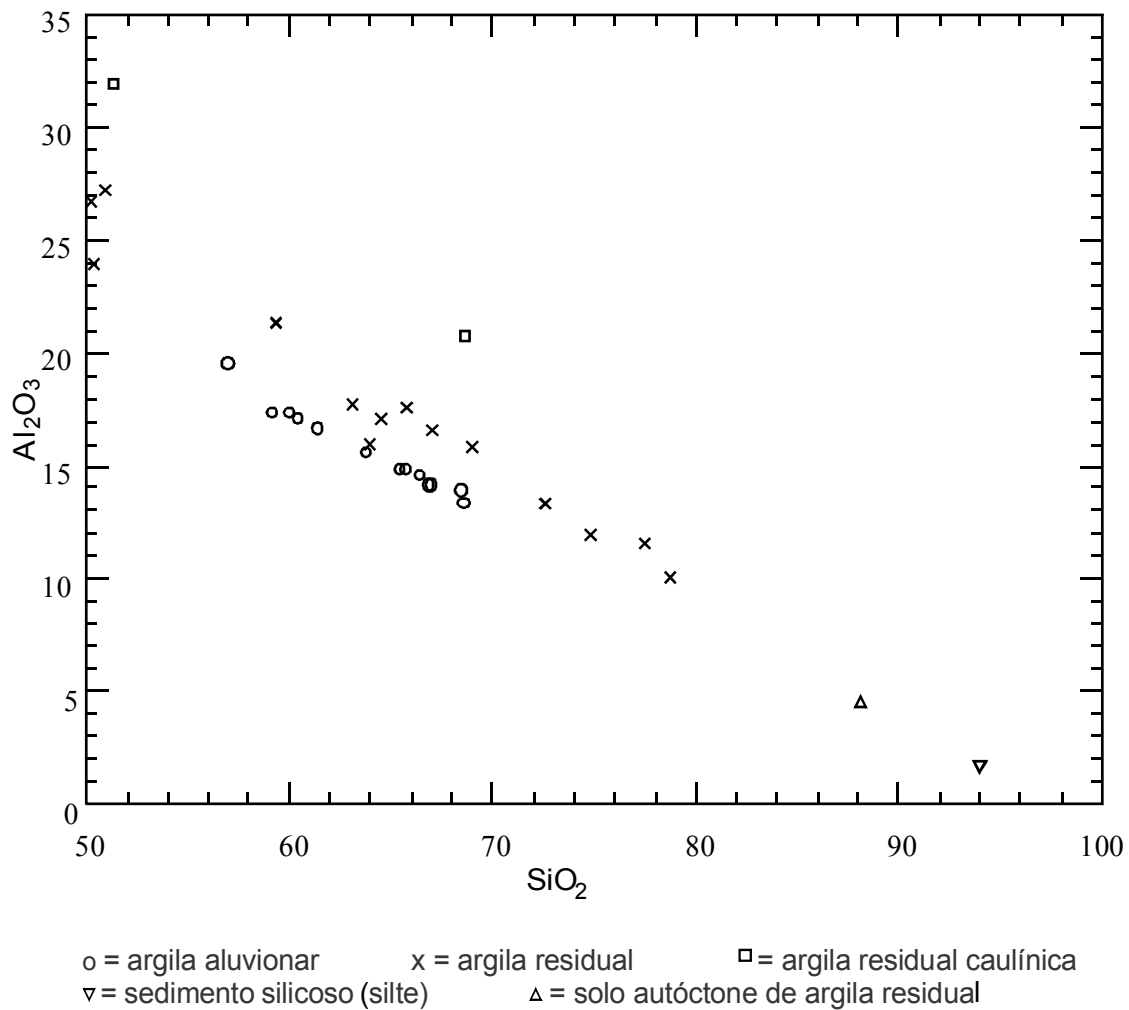


Figura 9.5 – Distribuição das amostras analisadas no diagrama  $Al_2O_3$  x  $SiO_2$ , mostrando campos bem distintos para argilas aluvionares, para as residuais e para as residuais caulínicas.

O ternário  $TiO_2$  x  $MgO$  x  $K_2O$  (Figura 9.6) revela locais de concentração bem definidos para os diversos tipos de argilas, indicando enriquecimento de  $TiO_2$  no sentido das aluvionares para as residuais e notadamente para as caulínicas (de queima clara) e o teor de  $MgO$  é relativamente inverso. O teor de

$TiO_2$  provavelmente está relacionado as presenças de ilmenita, anatásio e rutilo, apesar de resistatos, é de se esperar que ocorram com mais frequência nas argilas residuais que nas aluvionares, no caso específico desta região, devido a distância e a constituição da área fonte.

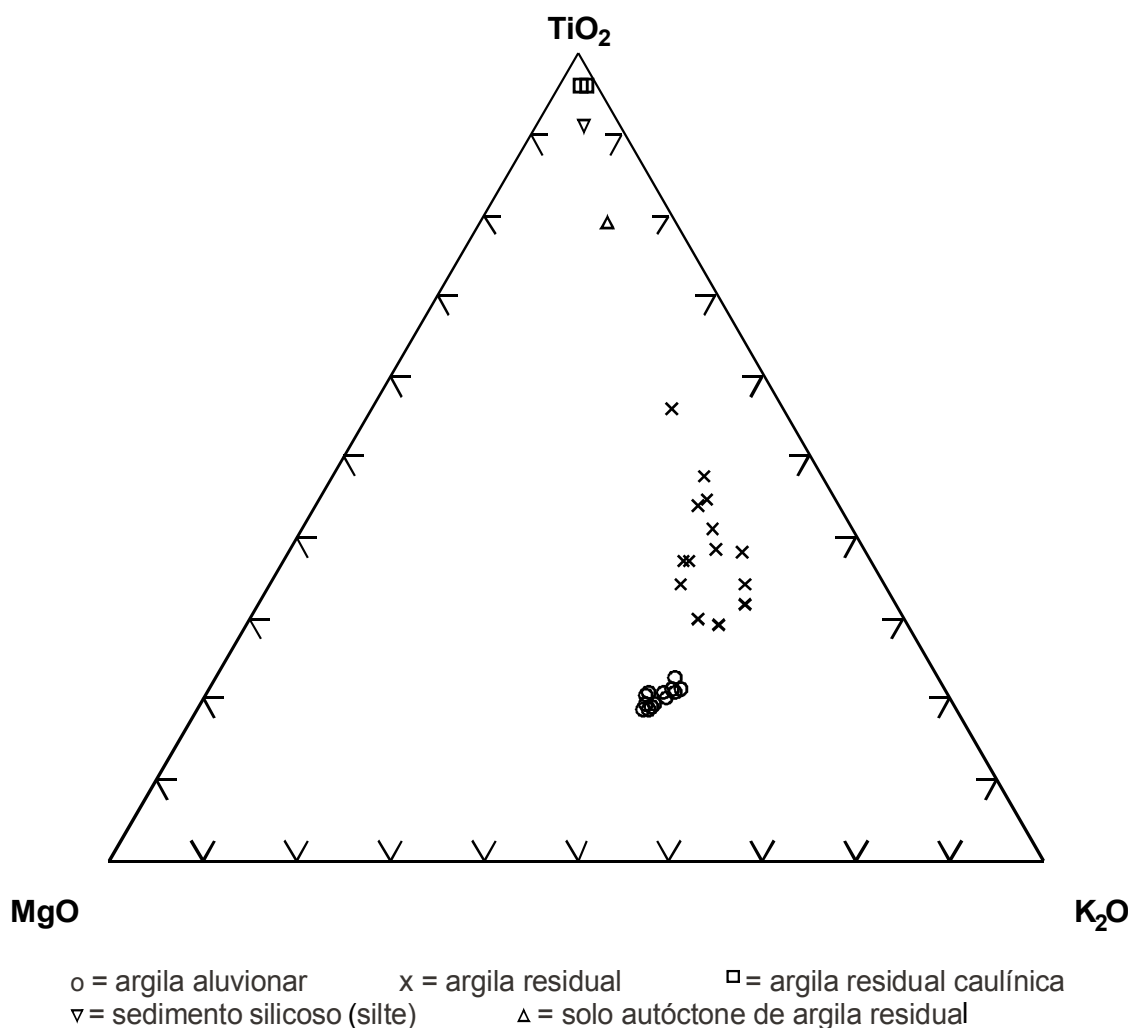


Figura 9.6 – Distribuição das amostras analisadas no diagrama  $TiO_2 \times MgO \times K_2O$ , mostrando campos bem distintos para argilas aluvionares, para as residuais e para as residuais caulínicas.

As análises químicas de óxidos (Tabela 9.5 no Anexo IV) apontaram para teores de  $MgO$ ,  $CaO$ ,  $Na_2O$ ,  $K_2O$ ,  $P_2O_5$  e  $MnO$  relativamente mais elevados nas argilas aluvionares do que naquelas residuais, sendo sensivelmente mais baixos nas argilas caulínicas, enquanto o teor  $TiO_2$  apresenta comportamento inverso. O teor de  $K_2O$  é mais elevado do que de  $Na_2O$ , tanto nas argilas residuais como nas aluviais, porém o teor de  $K_2O$  nas argilas residuais é significativamente muito maior que o de  $Na_2O$ . Provavelmente a maior presença de illita, esmectita, fragmentos de feldspato e muscovita seja responsável pelos teores mais elevados

dos óxidos alcalinos e alcalinos terrosos, caracterizando depósitos aluvionares menos intemperizados, bem evidenciado nos diagramas abaixo (Figura 9.7). Evidentemente as amostras mais pobres em álcalis respondem por um maior grau de maturidade nos perfis de alteração. Tanto os teores de  $SiO_2$  como de  $Al_2O_3$  não revelam correlação direta com o aumento de teores dos óxidos de  $Mg$ ,  $Ca$ ,  $Na$  e  $K$ . Estes gráficos, porém apresentam campos bem distintos para os diversos tipos de depósitos: argilas caulínicas de queima clara, argilas mosqueadas residuais e argilas aluvionares.





Costa (1991) aponta que nos perfis de alteração os teores  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{MgO}$  e  $\text{K}_2\text{O}$  decrescem para o topo (da rocha-mãe para o horizonte ferruginoso) enquanto que o  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  e  $\text{TiO}_2$  aumentam. Comenta ainda que os teores de  $\text{CaO}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$  e  $\text{P}_2\text{O}_5$  também geralmente decrescem para o topo.

O teor de álcalis ( $\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}$ ) é relativamente muito maior nas argilas aluvionares que nas residuais. O teor de  $\text{Na}_2\text{O}$  chega a ser em média 10 vezes maior nas argilas aluvionares (1,29% contra 0,11%). O teor médio de  $\text{K}_2\text{O}$  nas argilas aluvionares é quase o dobro que das residuais (2,15% contra 1,17%). O teor de  $\text{K}_2\text{O}$  entre 1% a 5% é ideal para a resistência mecânica das peças de cerâmica vermelha, pois provoca uma sinterização mais forte na queima (IPT 2006).

Os silicatos (argilominerais, micas, feldspatos, etc.) e sílica livre (quartzo em granulometria de silte e areia, formas amorfas e criptocristalinas de sílica) são os responsáveis pelo teor de  $\text{SiO}_2$ .

O rutilo, o anatásio e a ilmenita são os minerais que provavelmente são responsáveis pelo teor de  $\text{TiO}_2$ .

Hematita, magnetita, limonita e goetita respondem pelos teores de ferro nas argilas que é o responsável pela cor de queima e redução da refratariedade (do poder de refração) das argilas para cerâmica vermelha.

Os argilominerais, principalmente a caulinita, respondem pelos teores inferiores a 32% de  $\text{Al}_2\text{O}_3$ . Nas argilas aluvionares o teor de alumina variou de 13,26% a 19,50% (média de 15,69%) e de  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  de 4,94% a 6,58% (média de 5,77%); nas argilas residuais mosqueadas o teor de  $\text{Al}_2\text{O}_3$  variou de 9,99% a 27,16% (média de 17,62%) e o óxido de ferro de 3,35% a 8,78% (média de 5,30%). Estes teores são comparáveis com valores padrões para uso em cerâmica vermelha, 15-25% de  $\text{Al}_2\text{O}_3$  e <10% de  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  considerados por Nesi & Carvalho (1999). Os autores comentam ainda que não existe especificação rígida de argila para cerâmica vermelha, normalmente são feitos ensaios tecnológicos eminentemente práticos.

As argilas caulínicas ou aluminosas empregadas na fabricação de materiais refratários devem apresentar teor de  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  e álcalis ( $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ ) inferior a 1% e  $\text{Al}_2\text{O}_3$  superior a 39,8%. Embora os resultados analíticos não tenham evidenciado teores elevados de alumina, é possível sua existência nas zonas aluminosas que aparecem em perfis mais completos de alteração e que possam registrar a presença de bauxitas.

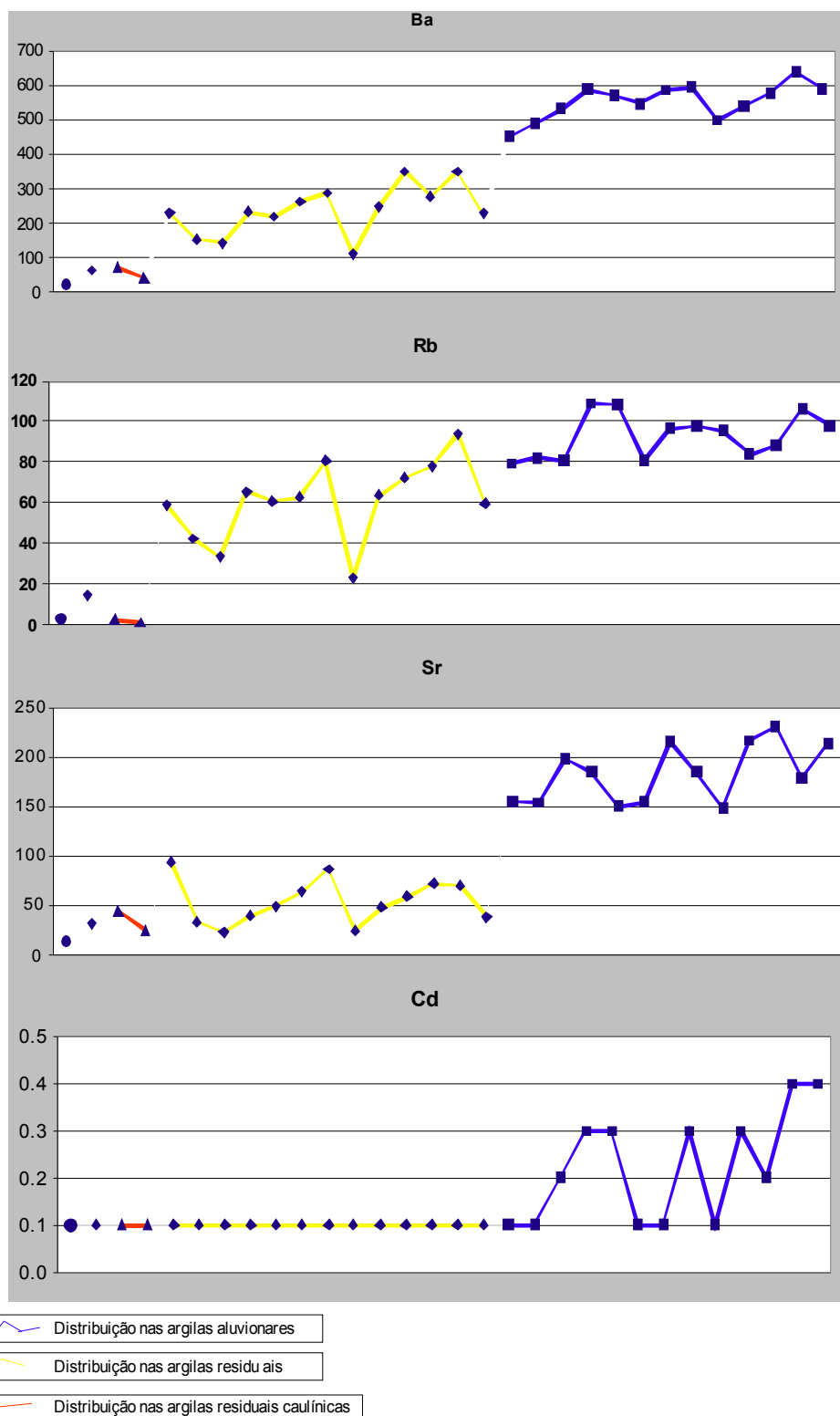
Os teores de  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  e  $\text{TiO}_2$  nas argilas caulínicas para fins da cerâmica branca devem ser baixos para que pós-queima superior a 1.000°C revelem cor branca ou clara. Teores de  $\text{TiO}_2$  inferior a 1% não comprometem as propriedades tecnológicas das argilas. O teor de  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  ideal deveria estar abaixo de 0,50% (Nesi & Carvalho 1999). Estas argilas devem ter baixo teor de  $\text{SiO}_2$  e alto teor de  $\text{Al}_2\text{O}_3$ .

A amostra SF-F-6d pode ser considerada como de boa qualidade e de uso provável na cerâmica branca, pois além da cor de queima clara apresenta baixos teores de  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{CaO}$  e sílica e elevado teor de alumina (observar Tabelas 9.5 e 9.7 no Anexo IV). A absorção de água pós-queima a 1250 °C ou 1450 °C é inferior a 2,5%, porcentagem compatível com os valores padrão (<16% e <6% respectivamente).

A amostra RG-07, um silte arenoso cuja análise por DRX revelou alto teor em sílica (94%) e a análise química valores de alumina inferior a 2%,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  e  $\text{CaO}$  inferiores a 1% e  $\text{MgO}$  inferior a 0,5%, revela qualificações químicas compatíveis aquelas dos principais produtos comercializados a partir de sedimentos silicosos (diatomitos) no Estado do Rio Grande do Norte, com utilização como filtrante, isolante e carga industrial, de acordo com Nesi & Carvalho (1999).

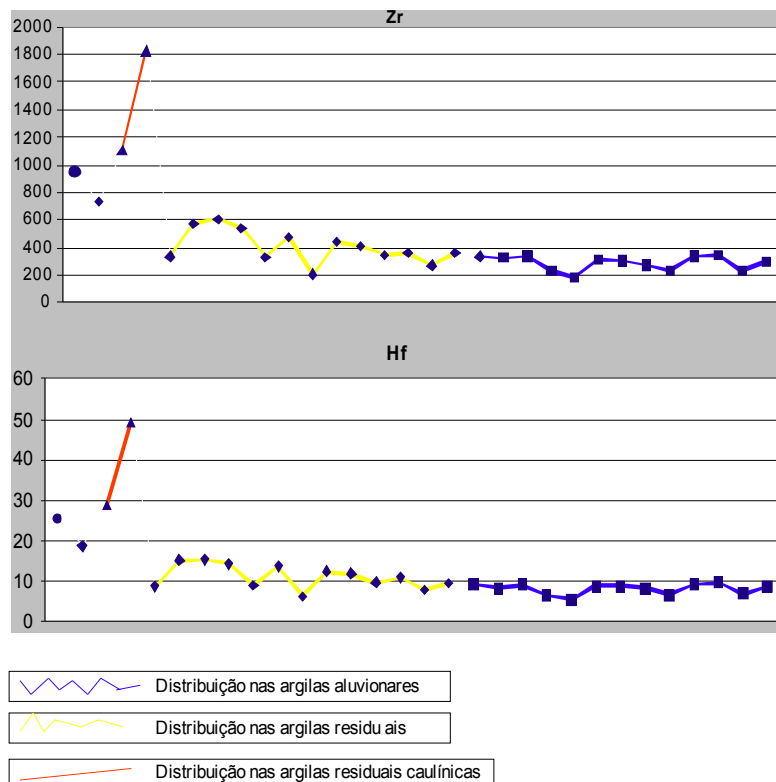
Alguns elementos-traço apresentam padrões de distribuição bem característicos aos diversos tipos de depósitos: o teor de Co, Cu, Ni, Zn, Ba, Rb e Sr das argilas residuais é inferior àquele das aluviões; o Zr e Hf apresentam comportamento inverso (Figura 9.8).





A primeira amostra é referente a um sedimento silicoso (silte) e a segunda a solo autóctone de argila residual.

Figura 9.8 (Continuação) – Distribuição analítica de alguns elementos-traço em argilas aluvionares e residuais. Os teores de Zn, Ni, Cu, Co, Ba, Rb, Sr e Cd são relativamente mais elevados nas argilas aluvionares enquanto que os teores de Zr e Hf diminuem das argilas residuais para as aluvionares.



A primeira amostra é referente a um sedimento silicoso (silte) e a segunda a solo autóctone de argila residual.

Figura 9.8 Continuação – Distribuição analítica de alguns elementos-traço em argilas aluvionares e residuais. Os teores de Zn, Ni, Cu, Co, Ba, Rb, Sr e Cd são relativamente mais elevados nas argilas aluvionares enquanto que os teores de Zr e Hf diminuem das argilas residuais para as aluvionares.

Costa (1991) ao comentar a distribuição de elementos químicos em sedimentos de perfis de alteração maduros, aponta para uma maior distribuição de Zr, Y, Sc, Nb, Ta, Sn e ETR (elementos terras-raras) sob a forma de resistatos, acessórios na rocha-mãe e em lateritos; os teores de Ni, Cu, Co, Mn, e Zn tendem a aumentar até o horizonte pálido e a base do argiloso (mosqueado) na ordem de uma a três vezes a rocha-mãe, alojando-se na estrutura dos argilominerais complexos (esmectita, vermiculita) e nos óxidos de ferro e manganês. O Ba, Rb, Sr, Pb, ETR e U, na ausência de fosfatos de alumínio, também são absorvidos pelos argilominerais.

Os teores de Co, Cu, Ni, Pb, Zn, Ba, Rb, Sr, V e Cs decaem abruptamente e aqueles de Ga, Hf, Nb, Ta, e Zr aumentam significativamente nas argilas caulínicas em relação aos demais tipos. Os resultados das análises para elementos-traço

encontram-se nas Tabelas 9.6a e 9.6b no Anexo IV.

Nas amostras analisadas, tanto nas argilas aluvionares como residuais, o percentual de perda ao fogo (PF) não ultrapassou a 14,4% ficando em média abaixo de 9%.

#### 9.2.4 Ensaio Tecnológicos

Foram realizados ensaios cerâmicos preliminares pelo Instituto de Tecnologia de Pernambuco – ITEP, em cinco amostras de argila mosqueada (residual ou de alteração), quatro amostras de argilas aluvionares e uma amostra de argila caulínica (residual ou de alteração). Os corpos de prova (6,0 x 2,0 x 0,5 cm) foram moldados por prensagem sob pressão de 19,6 MPa, em massa semi-seca de argila moída e passada em peneira ABNT 80 mesh.

Com exceção da amostra de argila

caulinítica (SF-F-6d) cujo diagnóstico preliminar confere uso provável para cerâmica branca, as demais registram uso na cerâmica vermelha.

As argilas aluvionares quando submetidas à temperatura de 1.250 °C superqueimaram com formação de bolhas e onde uma amostra apresentou fusão total. Estas argilas apresentam baixo ponto de fusão, característica que as classifica para uso provável na cerâmica vermelha e que exclui qualquer possibilidade para uso na cerâmica branca.

As argilas residuais mosqueadas apresentaram fusão total apenas a 1.450 °C, uma com expansão e outra superqueimou com colagem e formação de

bolhas internas (*bloating*). A fusão total a 1.450 °C também exclui uso para cerâmica branca.

Os resultados dos ensaios cerâmicos preliminares constam da Tabela 9.7 em anexo.

A tensão de ruptura à flexão (TRF) das massas argilosas secas a 110 °C apontaram valores de 5,44 a 12,70 Mpa e após a queima a 950 °C, 6,34 a 34,71 Mpa (Mpa - megapascal onde 1Mpa equivale a 10,204 Kgf/cm<sup>2</sup>). A absorção de água após a queima variou de 10 a 18,03%. Estes valores quando comparados às especificações de argilas para cerâmica vermelha (Tabela 9.8), revelam aplicabilidade em todos os campos.

Massa cerâmica (manual, extrudada, prensada)	Tijolos de alvenaria	Tijolos furados	Telhas	Ladrilhos de pisos vermelhos
TRF da massa seca a 110°C (mínimo).	15 kgf/cm <sup>2</sup> ou 1,4 MPa	25 kgf/cm <sup>2</sup> ou 2,4 MPa	30 kgf/cm <sup>2</sup> ou 2,9 MPa	ND
TRF da massa após a queima (mínimo).	20 kgf/cm <sup>2</sup> ou 1,9 Mpa	55 kgf/cm <sup>2</sup> ou 5,4 Mpa	65 kgf/cm <sup>2</sup> ou 6,3 Mpa	ND
Absorção de água da massa após queima (máximo).	---	25,0%	20,0%	Abaixo de 1,0%
Cor após queima.	Vermelha	Vermelha	Vermelha	Vermelha sem manchas pretas

Fonte: Nesi & Carvalho, 1999.

Tabela 9.8 – Especificações de Argilas para Cerâmica Vermelha

A argila caulinítica de queima clara (SF-F-6d) apresenta especificações semelhantes àquelas para argilas plásticas

de uso na cerâmica branca, conforme Tabela 9.9.

Especificação Física	Limite Padrão	SF-F-6d (950 °C – 1250 °C)
Retração linear	5-12%	5,11 – 18,95 %
Absorção de água	10-55%	29,25 – 2,45 %
Porosidade aparente	19-57%	44,65 - 6,22 %
Tensão de ruptura à flexão	5-245 Kgf/cm <sup>2</sup> ou 0,5-24MPa	2,25 – 4,06 Mpa

Fonte: Nesi & Carvalho, 1999.

Tabela 9.9 – Especificações Físicas de Argilas Plásticas (tipo *Ball-Clays*) para usos em cerâmica branca após queima a 950°C e 1250°C.

Os ensaios físicos cerâmicos das amostras da área de estudo revelaram valores de Absorção de água (AA), Porosidade Aparente (PA), Massa Específica Aparente (MEA), Retração

Linear (RL) e Tensão de Ruptura à Flexão (TRF) e cor compatível aos padrões da ABNT, apropriados à cerâmica vermelha (Tabela 9.10).

AA (%)	PA (%)	MEA (g/cm <sup>3</sup> )	RL (%)	TRF	
Max 20	17-35	> 1.7	< 6	~ 60 (kgf/cm <sup>2</sup> )	ABNT(*)
10,00-15,34	20,99-29,30	1,91-2,10	0,00-3,40	6,34-34,71 (Mpa)	Argila aluvionar
14,89-18,03	28,91-33,63	1,86-1,96	0,17-2,93	9,34-30,64 (Mpa)	Argila residual

(\*) Fonte: Calado *et al.*, 2001.

Tabela 9.10 – Propriedades físicas após queima a 950 °C.

Ensaio tecnológico em produtos acabados (tijolos de oito furos) realizados por Campelo *et al.* (2005), revelam a necessidade de um controle analítico das matérias-primas e do processo produtivo devida a grande variação de resultados: resistência à compressão simples (tensão média de compressão) – 0,31 Mpa a 2,80 MPa, com de pico de até 4,54 Mpa; absorção d'água média – 12% a 20 %; massa específica aparente média do produto final – 1,57 g/cm<sup>3</sup> a 1,87 g/cm<sup>3</sup>; perda de massa entre as fases de moldagem e queima (para tijolos) – 7,4 % a

38,3%, com predominância entre 23 e 26%; média das retrações volumétricas – 14,1 % a 30,6 %. Para a realização destes ensaios o autor coletou seis amostras de tijolo recém-moldado e seis de queimado, de um mesmo lote em oito cerâmicas distintas.

A Tabela 9.11 sumariza as variações médias de volume e peso de tijolo de diferentes tamanhos, cru e pós queima, avaliadas por Woeltje *et al.* (2000), em estudo do Pólo Cerâmico da região Manacapuru – Iranduba.

Tamanho	Estado	Dimensão (cm)			Volume do tijolo (cm <sup>3</sup> )	Volume de argila (m <sup>3</sup> /Milheiro)	Peso (kg/Milheiro)
		Altura	Comprimento	Largura			
Grande	Cru	21,00	21,00	10,50	4.631	1,89	3.100
	Pós-Queima	19,00	19,00	9,50	3.430	1,38	2.300
Médio	Cru	20,00	20,00	10,00	4.000	1,84	2.900
	Pós-Queima	18,00	18,00	9,00	2.916	1,35	2.100
Pequeno	Cru	18,70	20,00	9,00	3.366	1,77	2.800
	Pós-Queima	17,00	18,00	8,00	2.448	1,33	2.000

Tabela 9.11 – Variação do volume e peso do tijolo ao longo do estágio de produção (cru e pós-queima). Fonte: Woeltje *et al.* (2000).

## 9.2.5 Outras Análises

### 9.2.5.1 Petrografia

Foram confeccionadas oito lâminas delgadas de material argiloso para estudo

petrográfico. Porém não se conseguiu extrair muitas informações devida a granulometria fina dos minerais. As análises foram realizadas no laboratório da CPRM-Manaus pelo Geólogo René Luzardo.



Nas amostras de argila aluvionar foram identificados apenas grãos de quartzo (silte e areia média) e material criptocristalino contendo manchas ferruginosas e diminutas lamelas de argilominerais (palhetas de muscovita), raros cristais de zircão e localmente um cristal de plagioclásio.

Nas amostras de argila residual foram identificados cristais arredondados de zircão, grãos angulosos de quartzo, além de nódulos e pisólitos ferruginosos, em matriz microcristalina.

### 9.2.5.2 Palinologia

Foram realizadas quatorze análises palinológicas na Divisão de Paleontologia do Laboratório de Análises Minerais da CPRM - LAMIN pelas doutoras Norma Maria da Costa Cruz e Célia Maria da Silva.

Foram selecionadas amostras de sedimentos de coloração acinzentada, nos quais a matéria orgânica decomposta tem mais possibilidade de preservar-se. As amostras de argila das aluviões holocênicas evidenciaram rico conteúdo palinológico, contudo, aquelas mosqueadas e provenientes de zonas intemperizadas e de oxidação da Formação Alter do Chão, apesar de apresentarem raros fragmentos carbonizados e raras cutículas vegetais, não constituíram evidências palinológicas com indicativos suficientes do ambiente e de elementos para datação geocronológica.

Sete amostras de argila aluvionar apresentaram conteúdo palinológico representado por cutículas vegetais, traqueídeos, algas, esporomorfos e palinomorfos com predominância da família *Polypodiaceae*, das pteridófitas, das algas clorófitas e de angiospermas. O conteúdo é sugestivo de um ambiente continental úmido e cujas relações temporais se faz com o Neógeno.

A amostra 02d do furo de trado RG-F-02 (intervalo 1,50 - 1,80 m), em aluvião do tipo Nh2, não apresentou elementos suficientes para datação apesar de mostrar raros palinomorfos e cutículas vegetais em precário estado de

preservação. A amostra 02g do mesmo furo (intervalo 4,00 - 4,80 m) apresentou palinomorfos, cutículas vegetais, protistas e esporos de fungos. Os esporos e grãos de pólen sugerem ambiente continental e os dinoflagelados são encontrados nos mais diversos ambientes, de marinho a continental de água doce. A observação de grande número de polens estriados, sacados e elaterados sugeriram uma idade cretácea. No Brasil, os dinoflagelados foram verificados a partir do Aptiano (Cruz, N.M.C., com. pess.). Pode tratar-se de formas que sofreram transporte a partir da Formação Alter do Chão, uma vez que os sedimentos estudados são oriundos de depósito aluvionar.

A amostra 01a do furo de trado RG-F-01 (intervalo 1,00 - 1,50 m), em área da Formação Alter do Chão (Kac IV), região do Careiro da Várzea, foi coletada em horizonte de solo marrom acinzentado autóctone e na proximidade daquele de argila mosqueada. Revelou palinomorfos bastante diversificados, rica em matéria orgânica e com representantes de fungos, cutículas vegetais e fragmentos indeterminados sugestivos de ambiente continental úmido e Neógeno. Foram ainda encontradas algumas poucas formas de grãos de polens elaterados do Cretáceo, uma provável contribuição da unidade Alter do Chão.

A amostra de silte silicoso da região do Careiro do Castanho é rica em cutículas vegetais e palinomorfos, com predominância de polens de angiospermas, sendo sugestivos de um ambiente continental do Cretáceo. De acordo com o resultado palinológico, o sedimento não configura um diatomito e ocorre em um horizonte acima daquele mosqueado e de alteração da Formação Alter do Chão. Santos (1975) tem abordado o fato de que nem sempre o produto final de alteração intempérica traduz-se em um laterito, podendo originar um produto em que a sílica torna-se abundante.

Os resultados analíticos encontram-se sintetizados na Tabela 9.12 no Anexo IV.

## 10 – Características das Lavras de Argila

Na delimitação de um depósito de argila para fins cerâmicos, é fundamental a caracterização do material a ser utilizado com relação a sua composição química, granulometria, extensão, espessura, capeamento do estéril e variação do nível freático, além da realização de ensaios tecnológicos preliminares e específicos. O desconhecimento desses estudos compromete o planejamento e o desenvolvimento da lavra.

Grande parte do setor oleiro-cerâmico local, principalmente dos Pólos Cacau-Pirêra e Ariaú não investe em pesquisa geológica. As frentes de lavra são abertas e desenvolvidas sem regras rígidas à exploração dos “barreiros”, resultando em subaproveitamento do depósito ou mesmo prejuízo financeiro no caso de uma não-correspondência às dimensões esperadas ou qualidade do produto cerâmico desejado.

A exploração de argila para uso na indústria de cerâmica vermelha exige lavra

a céu aberto pelo baixo valor inato e por necessitar de grande volume. Preferencialmente os depósitos explorados devem ficar próximos às indústrias e estas próximas aos centros consumidores, a fim de minimizar os custos de transporte. Esta região é privilegiada pelo potencial em áreas fonte de matéria-prima para indústria cerâmica e os três pólos se instalaram em locais altamente favoráveis, onde dispunha de alguma infraestrutura (acesso rodoviário).

As áreas que registram maior favorabilidade à exploração de argila, via-de-regra, situam-se em regiões sujeitas às inundações sazonais causadas pelas cheias dos rios Solimões e Negro, principalmente as argilas aluvionares e as residuais da morfounidade Kac IV. O nível freático tende a acompanhar a flutuação na variação dos níveis d’água dos rios entre sua vazante e enchente, encontrando-se em torno de 9,00 metros em média (Tabela 10.1).

Estações	Cota Máxima	Cota Mínima	Diferença Máxima	Diferença Média
Manaus (1902-2005)	29,69 (1953)	13,64 (1963)	16,05 m	9,00 m
Manacapuru (1972-2005)	20,03 (1999)	4,95 (1997)	15,08 m	8,70 m

Tabela 10.1 – Variação de cota do nível da lâmina d’água dos rios Negro e Solimões próximo a suas confluências. As cotas de referência são de níveis arbitrários, em Manaus sabe-se que a régua da estação fluviométrica registra 3,98m a mais (Fonte: CPRM-Manaus).

Os depósitos de argila residual situados nas morfounidades Kac I (estudados pelo projeto Argila Manaus, margem esquerda do rio Negro), Kac II e Kac III, pelo fato de constituírem feições relativamente mais elevadas, seriam passíveis de exploração em qualquer época do ano, evidentemente com maior dificuldade no período mais chuvoso (dezembro a maio).

O período mais favorável para lavra é entre meados de setembro/outubro até praticamente final de novembro. Em alguns anos este período pode ser encurtado devida a intensidade das chuvas e a rápida subida dos rios (Figura 10.1).

As olarias de menor porte não estocam a matéria-prima por deficiência de recurso financeiro.

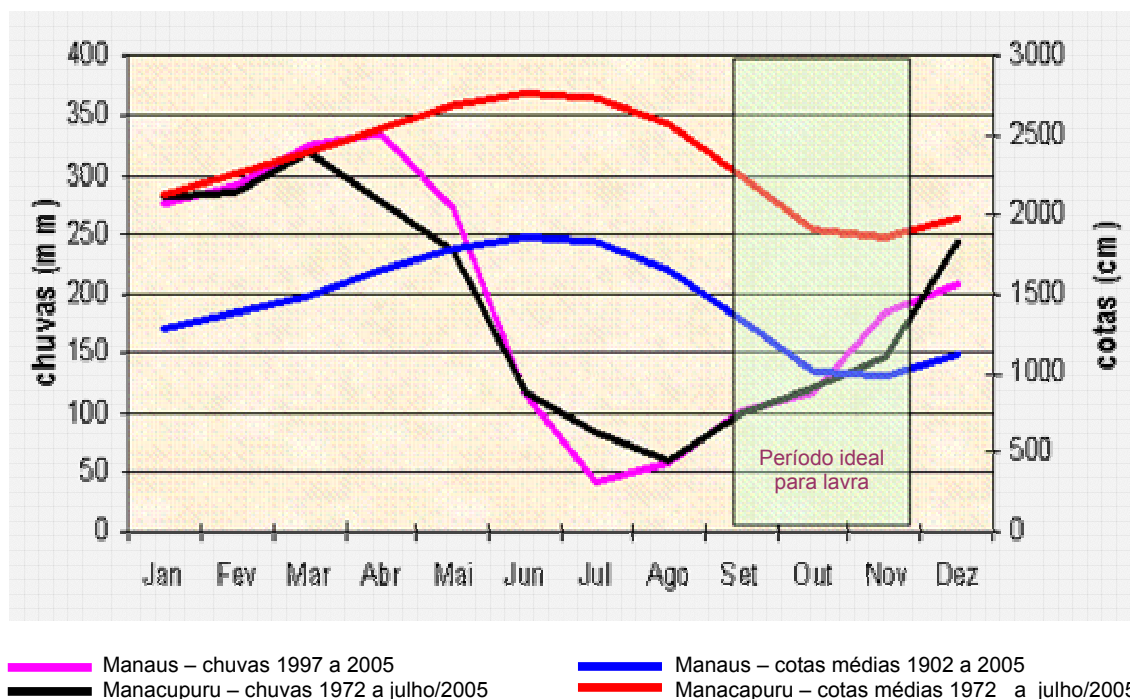


Figura 10.1 – Período ideal para lavra assinalado no gráfico de Cotagrama X Hietograma. As cotas de referência são de níveis arbitrários (Fonte: CPRM – Manaus).

A lavra é realizada a céu aberto, por meio de cortes sob forma de bancadas e cavas, procedimentos adotados pela maioria dos ceramistas da região. Normalmente são explorados apenas os primeiros três metros dos depósitos residuais (principalmente na região do pólo Cacaú-Pirêra). A lavra poderia ser aprofundada, pois o nível do lençol freático é praticamente o fator condicionante ao seu aprofundamento, devido o emprego de equipamentos impróprios na operação de lavra em áreas alagadiças, como é o caso de pá carregadeira com pneumáticos, comumente usada nos pólos de Cacaú-Pirêra e Ariaú para a remoção da camada mineralizada e ao mesmo tempo carregar as caçambas basculantes com a matéria-prima. Utilizam ainda trator de esteira para desmatamento, limpeza da frente de lavra e ainda na abertura e conservação de estradas.

As duas cerâmicas de telhas do Pólo de Iranduba, único que faz uso de

matéria-prima aluvionar, utilizam retroescavadeiras, provavelmente porque as frentes de lavra estão situadas muito próximas a margem do rio Solimões ou de lagos (forte influência do nível freático). Este pólo, pelo fato do produto agregar maior valor comercial é o que mais investe em equipamentos (lavra e indústria principalmente) e em organização gerencial.

Nas duas olarias de Manaquiri a extração de argila ainda é realizada manualmente e na olaria da sede do Careiro do Castanho através de pá carregadeira (por hora de aluguel). O barreiro está situado praticamente no pátio destas olarias. Na verdade as mesmas tiveram sua implantação no local do barreiro por questões de operacionalização e diminuição de custos. Este fato demonstra o amadorismo do empreendimento que não vislumbra crescimento, pois a própria olaria seria “digerida” pelo crescimento da área do

barreiro, caso houvesse demanda futura na produção de tijolos.

A utilização de retro-escavadeiras proporcionam melhor aproveitamento dos depósitos, ampliando a vida útil das reservas, mas para isto se faz necessário trabalho de pesquisa. O uso deste equipamento permite exploração em qualquer época do ano ou pelo menos ampliar um pouco mais o período de lavra. A sazonalidade da lavra não interfere na produção industrial, pois as olarias dispõem de áreas suficientes para armazenar a matéria-prima para consumo anual. A estocagem inclusive permite melhor homogeneização da umidade e lixiviação de sais solúveis.

Os métodos e equipamentos de lavra de depósitos de argila residual empregados pelo setor oleiro-cerâmico para produção de tijolos (pólos Cacaupirêra e Ariaú) deve-se aos seguintes fatores:

- Abundância de matéria-prima e de fácil exposição (não carece de remoção de grande volume de material estéril);
- Existência de um período favorável de lavra (não tem necessidade de lavra contínua);
- Custo de extração mais barato com a utilização de pá carregadeira e até pelo fato de ser uma atividade sazonal; Este equipamento também tem utilidade permanente na atividade industrial.
- Carência de trabalho de pesquisa (exploram apenas o observado, pois não têm informação de sub-superfície);
- Falta de orientação técnica e do conhecimento geológico e de engenharia de minas;

- Recomendação por parte dos órgãos ambientais no que se refere a profundidade permitida da lavra e seu distanciamento ao curso principal da drenagem;

A necessidade da pesquisa geológica e do estudo tecnológico da matéria-prima, se deve principalmente pelos seguintes motivos:

- Existência de variação lateral e intercalação de níveis arenosos tanto nos depósitos de natureza aluvionar como nos residuais;
- Entendimento do perfil de alteração da Formação Alter do Chão, no que se refere a espessura do horizonte mosqueado. Muitas vezes esse horizonte pode apresentar intercalações de níveis arenosos, além de outras situações onde estão em contato com horizontes de arenitos alterados. Os perfis de alteração podem expor até 10 m de argila mosqueada, porém normalmente apresentam-se truncados e reduzidos para alguns metros de argila de interesse cerâmico. As vezes apresentam apenas exposição do próprio horizonte saprolítico;
- Determinação do horizonte saprolítico onde as argilas apresentam-se mais caulínicas ou arenosas;
- As áreas da morfounidade Kac IV registram favorabilidade, contudo, a potencialidade é questionável se abordarmos a questão do volume de argila;
- Realização de análises químicas, granulométricas e ensaios cerâmicos para estudo da composição da massa-cerâmica, podendo utilizar mistura de argila residual mosqueada e caulínica ou ainda aluvionar;
- Determinação da profundidade do nível freático;

## 11 – Aspectos da Legislação Mineral e Ambiental

---

### 11.1 Legislação Mineral

De acordo com o Código de Mineração, são distinguidos dois tipos de argila, baseados no seu critério de aproveitamento: as argilas de uso na cerâmica vermelha são consideradas da “Classe II de jazidas”, que são aquelas exploradas pelo regime de licenciamento; as argilas industriais, da “Classe VII de jazidas – minerais industriais” são as argilas exploradas pelo regime de autorização e concessão.

O Departamento Nacional da Produção Mineral – DNPM, em página na internet ([www.dnpm.gov.br](http://www.dnpm.gov.br)), disponibiliza o “Guia do Minerador” que contém Informações Básicas que podem servir de orientação aos ceramistas como proceder para a regularização da atividade oleiro-cerâmica.

O primeiro passo é ter o registro de funcionamento como uma empresa. Sendo a argila uma substância mineral que faz parte do patrimônio mineral do País e que de acordo com a Constituição Federal, os recursos minerais, inclusive os do subsolo, são propriedades da União, torna-se necessário o entendimento do que a legislação estabelece para que os cidadãos tenham acesso a esses bens.

Foi estabelecido pelo Governo Federal que o DNPM é o órgão regulador do setor mineral, tendo a responsabilidade de preparar as autorizações para a exploração dos minerais e de fiscalizar as atividades mineiras.

Existem dois caminhos possíveis para a regularização: registro de licença e concessão de lavra. A diferença entre eles é que o primeiro é extremamente simplificado, sendo que em questão de dias, a atividade estará regularizada. O segundo, é uma alternativa que passa obrigatoriamente por uma fase de pesquisa antes da obtenção do direito de explorar, por conseguinte, é um pouco mais lenta. As duas têm vantagens e desvantagens e isso vai depender de sua visão de negócios.

O caminho mais curto é aquele do Registro de Licença, mais conhecido como Licenciamento, sendo necessário os seguintes documentos: licença da autoridade administrativa do Município (Prefeitura) onde se localiza a área; declaração de propriedade do solo (dono da terra) ou autorização do proprietário. O encaminhamento dos documentos tem que ser firmado por técnico legalmente habilitado junto ao CREA. O DNPM analisará verificando a disponibilidade da área, e emitirá uma exigência para a apresentação da licença ambiental. Apresentada esta licença em quinze dias, a área estará regularizada.

Sendo os recursos minerais, propriedade da União, sua concessão ou licenciamento está prevista no Código de Mineração e que revela ainda outras condições como o Regime de Prioridade, ou seja, quem requerer primeiro, independentemente de qualquer outro fator, terá a preferência, a prioridade para se habilitar ao aproveitamento daquele recursos mineral. A superposição de títulos minerários tem sido resolvida pelo DNPM no que se refere ao controle das áreas e substâncias minerais requeridas.

A Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais – CFEM, estabelecida pela Constituição de 1988, em seu Art. 20, § 1º, é devida aos Estados, ao Distrito Federal, aos Municípios, e aos órgãos da administração da União, como contraprestação pela utilização econômica dos recursos minerais em seus respectivos territórios. Deste modo, é devida mensalmente por quem exerce a atividade de mineração decorrente da exploração ou extração de recursos minerais e que consiste na retirada de substâncias minerais da jazida, mina ou outro depósito mineral, para fins de aproveitamento econômico. O Estado e o Município se beneficiam dos recursos da CFEM, cujas receitas deverão ser aplicadas unicamente em projetos, que direta ou indiretamente revertam em prol da comunidade local, na forma de melhoria da infra-estrutura, da qualidade ambiental, da saúde e educação.

Informações detalhadas encontram-se na Lei nº 6.567 de 24/09/78, D.O.U. de 26/09/78, que dispõe sobre regime especial para exploração e aproveitamento das substâncias minerais que especifica e dá outras providências (Regime de Licenciamento) e também a Instrução Normativa nº 001 de 21/02/2001, D.O.U. de 22/02/2001, republicada no D.O.U. de 26/02/2001 e que dispõe sobre o Regime de Licenciamento.

A lei nº 6.567 e suas alterações, em linhas gerais estabelece o Regime de Registro de Licenciamento para a exploração de Minerais de Emprego Imediato na Construção Civil e argilas usadas no fabrico de cerâmica vermelha. No seu parágrafo único, limita a 50 ha cada requerimento e exige que o requerente seja proprietário ou apresente autorização expressa do mesmo. Pela legislação atual, a licença é concedida pelos poderes municipais, cabendo ao DNPM a responsabilidade pelo registro em livro. A obtenção de licenciamento ambiental (Licença Prévia – LP, Estudo Prévio de Impacto Ambiental – EPIA, Relatório de Impacto Ambiental – RIMA, Plano de Controle Ambiental – PCA, Licença de Instalação – LI, e Plano de Recuperação de Áreas Degradadas – PRAD) é expedido e concedido pelo órgão ambiental estadual, que tem por competência avaliar, julgar, orientar e fiscalizar “in situ” os pedidos, estabelecido na Constituição Federal, no Decreto Federal nº 97.632/89, na lei 6.938/81 e na resolução CONAMA 001/86. É competência órgão ambiental federal (IBAMA) a fiscalização da extração de madeira quando a indústria utiliza a queima de lenha como matriz energética.

## 11.2 Legislação Ambiental

Dadas as dimensões do País e as peculiaridades regionais, a execução da política brasileira de meio ambiente se faz presente nos três diferentes níveis da Administração Pública - federal, estadual e municipal. A coordenação e formulação da Política Nacional do Meio Ambiente são de responsabilidade do Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal. A ele se vincula o

Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA, órgão deliberativo e consultivo de política ambiental. É de competência do CONAMA o estabelecimento das normas, padrões e critérios para o licenciamento ambiental a ser concedido e controlado pelos órgãos ambientais estaduais e municipais competentes, integrantes do Sistema Nacional do Meio Ambiente - SISNAMA e pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis - IBAMA, em caráter supletivo. O IBAMA, autarquia sob jurisdição do Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal, é órgão responsável pela execução da Política Nacional do Meio Ambiente a nível federal (*Apud Salvador & Miranda 2002*).

De acordo com o Departamento Nacional da Produção Mineral – DNPM, o exercício da atividade mineradora no País está condicionado a três instrumentos específicos de controle do Poder Público, no que tange aos riscos potenciais de danos ao meio ambiente e resultantes da lavra: o Estudo Prévio de Impacto Ambiental (EIA-RIMA), o Licenciamento Ambiental (LA) e o Plano de Recuperação de Arca Degradada (PRAD). O Estudo de Impacto Ambiental (EIA-RIMA), que precede o licenciamento ambiental de qualquer atividade de aproveitamento de recursos minerais e dele se distingue, tem sua definição, normas e critérios básicos, e diretrizes de implementação estabelecidas pela Resolução CONAMA Nº 001/86 (com base na Lei Nº 6.938/81), alterada e complementada pelas resoluções Nº 009/90 e Nº 010/90, do mesmo Conselho (*Apud Salvador & Miranda 2002*).

O Relatório de Impacto Ambiental – EIA-RIMA constitui prévio estudo de impacto ambiental a que deve ser submetido um projeto ou iniciativa que possa nas suas atividades, causar danos ambientais na área do empreendimento. Este estudo é fundamental para a concessão de licença ambiental. As ONGs, curadores e promotores públicos podem recorrer ao Poder Judiciário, caso não tenha sido realizado o estudo de impacto ambiental, ou se tenha sido realizado de forma irregular. A exigência do EIA aplica-



se aos empreendimentos mineiros de toda e qualquer substância mineral, com exceção daquelas de emprego imediato na construção civil (Classe II do Código de Mineração).

A obtenção do Licenciamento Ambiental – LA é obrigatória para a localização, instalação ou ampliação e operação de qualquer atividade de mineração objeto do regime de concessão de lavra ou licenciamento. Este licenciamento está regulado no Decreto Nº 99.274/90, que dá competência aos órgãos estaduais de meio ambiente para expedição e controle das licenças ambientais como:

A Licença Prévia – LP é pertinente à fase preliminar do planejamento do empreendimento de mineração e contém os requisitos básicos a serem atendidos nas fases de localização, instalação e operação, observados os planos municipais, estaduais ou federais de uso de solo.

A Licença de Instalação – LI autoriza o início da implantação do empreendimento mineiro, de acordo com as especificações constantes do Plano de Controle Ambiental aprovado.

A Licença de Operação – LO autoriza, após as verificações necessárias, o início da atividade licenciada e o funcionamento de seus equipamentos e instalações de controle de poluição, de acordo com o previsto nas Licenças Prévia e de Instalação.

De acordo com o Decreto Nº 97.632/89, os empreendimentos de mineração estão obrigados, quando da apresentação do Estudo de Impacto Ambiental e do Relatório de Impacto Ambiental (EIA-RIMA), a submeter o Plano de Recuperação de Área Degradada (PRAD) à aprovação do órgão estadual de meio ambiente competente (*Apud* Salvador & Miranda 2002).

O Plano de Recuperação de Área Degradada – PRAD contempla a solução técnica adequada, visualizada pela

empresa de mineração, à reabilitação do solo degradado resultante da atividade de extração, para uso futuro. O PRAD aprovado pode ser revisto ou alterado posteriormente, com a concordância do órgão ambiental competente, com vistas a incorporar inovações tecnológicas ou alternativas mais adequadas em razão do desenvolvimento dos trabalhos de lavra. Em casos de empreendimentos de mineração com significativo impacto ambiental de âmbito nacional ou regional, a competência para efetuar o licenciamento ambiental é do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Renováveis - IBAMA, órgão federal vinculado ao Ministério do Meio Ambiente - MMA, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal (*Apud* Salvador & Miranda 2002).

A Lei Nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, regulamentada pelo Decreto Nº 99.274/90, dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação. Em seu Art. 4º, afirma que a Política Nacional do Meio Ambiente visará: VII - (...) obrigação de recuperar e/ou indenizar os danos causados e, ao usuário da contribuição pela utilização de recursos ambientais com fins econômicos.

O Decreto Nº 97.632, de 10 de abril de 1989, que dispõe sobre a regulamentação do artigo 2º, inciso VIII, da Lei Nº 6.938, determina: Art. 1º - Os empreendimentos que se destinem à exploração de recursos minerais deverão, quando da apresentação do Estudo de Impacto Ambiental - EIA e do Relatório de Impacto Ambiental - RIMA, submeter à aprovação do órgão ambiental competente um plano de recuperação de área degradada. Em seu Art. 2º, define o conceito de degradação: (...) são considerados como degradação os processos resultantes dos danos ao meio ambiente, pelos quais se perdem ou se reduzem algumas de suas propriedades, tais como, a qualidade ou capacidade produtiva dos recursos ambientais; estabelece ainda em seu Art. 3º, a finalidade dos PRAD: A recuperação deverá ter por objetivo o retorno do sítio degradado a uma forma de utilização, de

acordo com um plano preestabelecido para o uso do solo, visando à obtenção de uma estabilidade do meio ambiente.

### 11.3 Recuperação Ambiental

De acordo com a EMBRAPA (*Apud* Salvador & Miranda 2002), o desenvolvimento de um Plano de Recuperação de Área Degradada – PRAD, requer as seguintes atividades:

- Inspeção ambiental da área a ser reabilitada;
- Documentação fotográfica dos itens de passivo identificados;
- Identificação dos processos de transformação ambiental que deram origem aos itens de passivo identificados;
- Caracterização ambiental dos itens de passivo e de seus processos causadores;
- Hierarquização dos itens de passivo, em termos de sua representatividade, assim como de seus processos causadores;
- Estabelecimento de medidas corretivas e preventivas para cumprir com as necessidades de reabilitação ambiental da área;
- Orçamentário das medidas. Da mesma forma que a maioria absoluta dos estudos e serviços ambientais, embora em menor escala, os PRAD costumam demandar equipes multidisciplinares.

Salvador & Miranda (2002) ao abordarem a questão da recuperação de áreas degradadas pela mineração referem-se, a partir de consultas específicas, às possibilidades de aproveitamento das áreas mineradas em função de suas características no local, da demanda da região por determinadas utilizações e da sua localização. Alguns usos potenciais referem-se a cultivos e pastagens, reflorestamento, área residencial ou

urbana, área para a conservação da fauna, áreas para a criação de peixes, áreas para obtenção de recursos hídricos, depósito de lixo ou de resíduo de esgotos.

No aspecto da escolha de espécies vegetais para utilização em recuperação de áreas degradadas deve ter como ponto de partida estudos da composição florística (zoobotânicos) das matas remanescentes da própria região impactada.

Para Kopezinski (2000) a mineração tem importância decisiva no desenvolvimento do mundo moderno, sendo uma das atividades mais primitivas exercidas pelo homem como fonte de sobrevivência e produção de bens sociais e industriais. Como atividade extrativa, a mineração exercida sem técnicas adequadas e sem controle, pode deixar um quadro de degradação oneroso na área que a abriga. A atividade mineral requer, para seu êxito, cuidadoso planejamento a partir do conhecimento efetivo da situação, a adoção de tecnologia evoluída e aplicável ao caso específico por uma equipe qualificada e o restabelecimento das condições anteriores encontradas ou recomendadas. Todo ato de minerar, tanto a céu aberto como subterrâneo, modifica o terreno no processo da extração mineral e de deposição de rejeitos. O bem mineral extraído não retorna mais ao local, permanecendo em circulação, servindo ao homem e às suas necessidades.

Entretanto, se por algum caminho a mineração é modificadora do terreno, é verdade também que este ambiente pode ser reestruturado de forma aceitável, limitando o impacto ambiental negativo a um curto período de tempo. A reestruturação é um dos elementos que deve ser objeto de preocupação e de ações efetivas desde o início do processo de planejamento, durante a exploração da jazida, até um período após o término da atividade mineira no local.

A implantação de um programa de recuperação de uma área tem como objetivo minimizar ou eliminar os efeitos adversos decorrentes das intervenções e alterações ambientais inerentes ao

processo construtivo e à operação do empreendimento, as quais são potencialmente geradoras de fenômenos indutores de impactos ambientais que manifestar-se-ão nas áreas de influência do empreendimento.

Em um projeto de recuperação torna-se necessário a avaliação de alguns tópicos, como os que se seguem:

- a) Análise da(s) região(ões) fitogeográfica(s) em que estão localizadas as áreas a recuperar;
- b) Seleção, mensuração e definição do tipo de uso futuro das áreas a recuperar;
- c) Análise da vegetação ocorrente na região de localização das áreas a reabilitar;
- d) Análise da topografia das áreas a reabilitar;
- e) Análises físico-químicas do solo das áreas a reabilitar;
- f) Atividades de recomposição de terrenos;
- g) Atividades de preparo e correção do solo para plantio;

- h) Seleção de espécies vegetais a serem introduzidas;
- i) Aquisição/produção de mudas;
- j) Atividades de plantio e de manutenção dos plantios;

#### 11.4 Direitos Minerários na Região do Estudo

A Tabela 11.1 apresenta a relação de processos existentes no Cadastro Mineiro do DNPM 8º Distrito (atualização dezembro/2005), relativos a Direitos Minerários para substâncias minerais de uso imediato na construção civil e argila para cerâmica vermelha, situados na área deste estudo. Na região de Manaus (DBN) constam ainda no registro do DNPM dois processos para argila, (um em fase de Concessão de Lavra e outro de Autorização de Pesquisa), porém destinados para a indústria de cimento. Na região dos pólos oleiro-cerâmicos nos municípios de Manacapuru e Iranduba, existem quarenta Direitos Minerários para argila cerâmica vermelha (trinta e quatro são Registros de Licenciamento), em nome de vinte e sete (27) empresas, das quais dez (10) são de Firms Individuais. Nestes processos constam dois pedidos de desistência e dois indeferimentos. No período 2004/2005 cinco destas empresas foram multadas ou lavrado auto de infração pelo DNPM.

Substância Município	Argila	Areia	Arenito	Total
Manacapuru	15	2	1	18
Iranduba	25	2	3	30
Manaus	-	4	-	4
Careiro da várzea	-	1	-	1
Careiro do Castanho	-	2	-	2
<b>Total</b>	<b>40</b>	<b>11</b>	<b>4</b>	<b>55</b>

Fonte: DNPM 8º Distrito, atualização 12/2005

Tabela 11.1 – Relação de processos por substância e município registrados no DNPM 8º Distrito, apenas na área de abrangência deste estudo.

Na região do pólo oleiro-cerâmico de Cacau-Pirêra, com exceção de uma Autorização de Lavra e uma Autorização de Pesquisa, todos os demais processos para argila referem-se ao Regime de Licenciamento, fato também verificado na totalidade na região do pólo Ariaú. No pólo Iranduba, as indústrias cerâmicas de telhas optaram pelo Regime de Autorização de Pesquisa (excetuando um único pedido de licenciamento), possivelmente por disporem de maior organização empresarial e pelo fato requererem uma maior superfície e ficarem isentas do licenciamento por parte da prefeitura.

Para areia, existem dois (02) processos de licenciamento no Município de Manacapuru, dois (02) em Iranduba e dois no de Careiro do Castanho, todos em área da morfounidade Kac II e um (01) no de Careiro da Várzea em área aluvionar (Nh2).

Na região de Manaus existem quatro (04) processos: dois (02) em fase de Concessão de Lavra e outros dois (02) em Autorização de Pesquisa, todos situados em área da morfounidade Kac I.

Para arenito existem quatro (04) processos de licenciamento, sendo três (03) no município de Iranduba e um (01) no de Manacapuru, todos no âmbito da morfounidade Kac II.

As Figuras 11.1, 11.2 e 11.3 mostram a disposição das áreas apenas dos Direitos Minerários situados no âmbito dos três principais pólos oleiro-cerâmicos. Na região do pólo Cacau-Pirêra foram requeridos 917 ha, dos quais foram lavrados aproximadamente 276 ha (30%), porém outros 202 ha também já foram explorados fora das áreas atualmente requeridas. Na região do pólo Ariaú, observa-se que pouquíssimas das áreas de lavra ou já lavradas (aproximadamente 36 ha), coincidem com as áreas requeridas. Com exceção do pólo de Iranduba, onde os processos estão situados predominantemente área aluvionar (Nh1), os demais localizam-se na sua quase totalidade em áreas da morfounidade Kac IV.

A CERAMA – Mineração Ind. e Com. Ltda., é detentora de Portaria de

Lavra (processo antigo de nº 803.157/76, anterior a lei nº 6.567) para 934 ha na região de Cacau-Pirêra, ocupando grande parte da área de interesse de outros oleiros. Este fato impede que os mesmos possam se regularizar junto ao DNPM - Departamento Nacional da Produção Mineral. De acordo com Woeltje *et al.* (2002), como órgão de fomento à mineração, o DNPM poderia atuar como 'agente mediador' no sentido de sugerir através de artifício legal a 'aberturas de janelas', sob a anuência do atual titular da Portaria em favor dos eventuais superficiários interessados em obter o devido Registro de Licenciamento.

Alguns ceramistas (cinco) não possuem "barreiros" e adquirem a matéria-prima de terceiros, pela compra direta ou pelo sistema de troca (prestação de serviços de lavra ou transporte), que consiste na extração de três carradas para o dono da argileira, para cada uma carrada retirada ou ainda a permuta de um milheiro de tijolo pelo transporte de sete carradas (de 5 m<sup>3</sup>) de argila. No caso de possuir barreiro, o pagamento do custo de corte e transporte por carrada de 5 m<sup>3</sup> varia de acordo com a distância da mina a olaria, de R\$ 18,00 a R\$ 14,00 (quando é menos de 500 m). Legalmente estas operações podem ser efetuadas desde que amparadas pela legislação mineral, com emissão de notas fiscais constando o local de origem (legalizado), e eventual contrato de arrendamento e/ou prestação de serviços de lavra, devidamente registrado no DNPM.

Algumas empresas (três) são superficiárias de parte da área que exploram argila, porém não são detentoras dos Direitos Minerários. Nestes casos existe um acordo informal entre as partes: o detentor que permite a extração de argila dentro dos limites do superficiário e o superficiário dispensa pagamento ou indenização de danos causados pelo detentor nas suas terras.

Existem empresas ou pessoas físicas (cinco) proprietárias do solo (possuem barreiro) sem qualquer licenciamento junto ao DNPM. Muitos ceramistas estão dependendo da

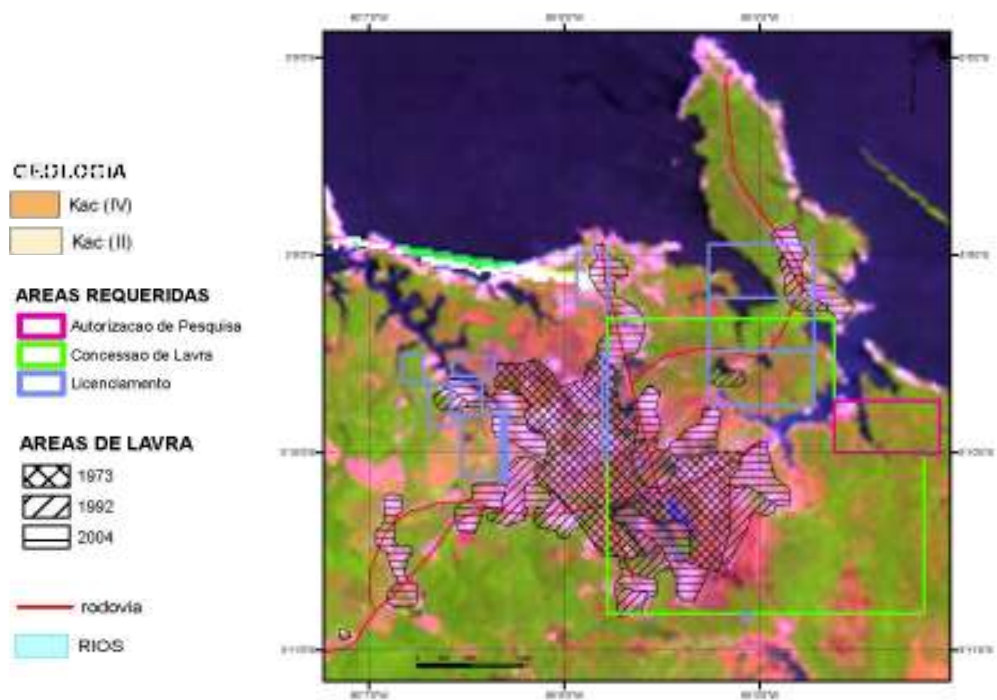
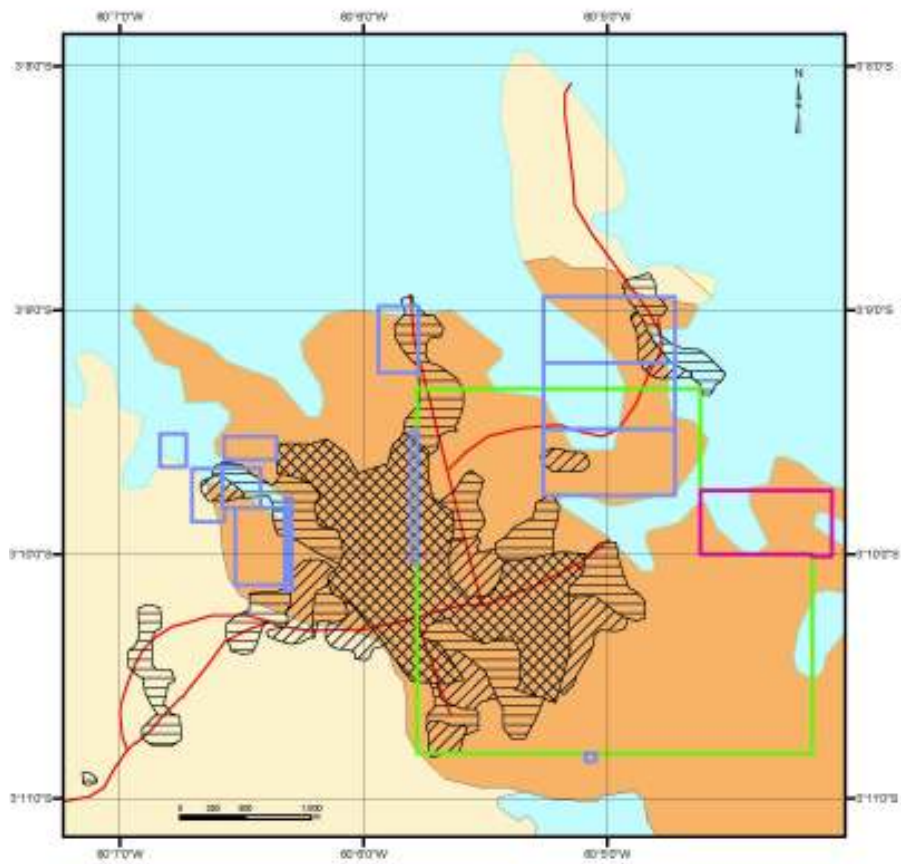
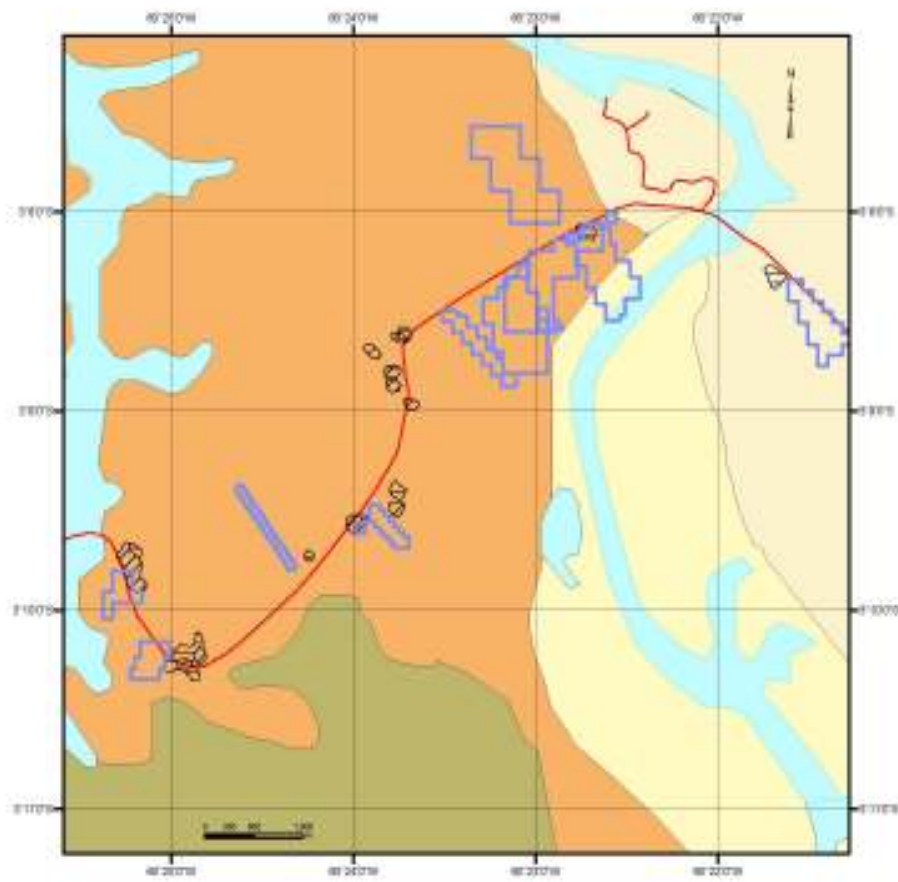


Figura 11.1 – Direitos Minerários na região do Pólo Cerâmico Cacaú-Pirêra, município de Iranduba.



- GEOLOGIA**
- Kac (II)
  - Kac (III)
  - Kac (IV)
  - Nh 1
- AREAS REQUERIDAS**
- Licenciamento
- AREAS DE LAVRA**
- 1992
  - 2004
- rodovia
  - RIOS

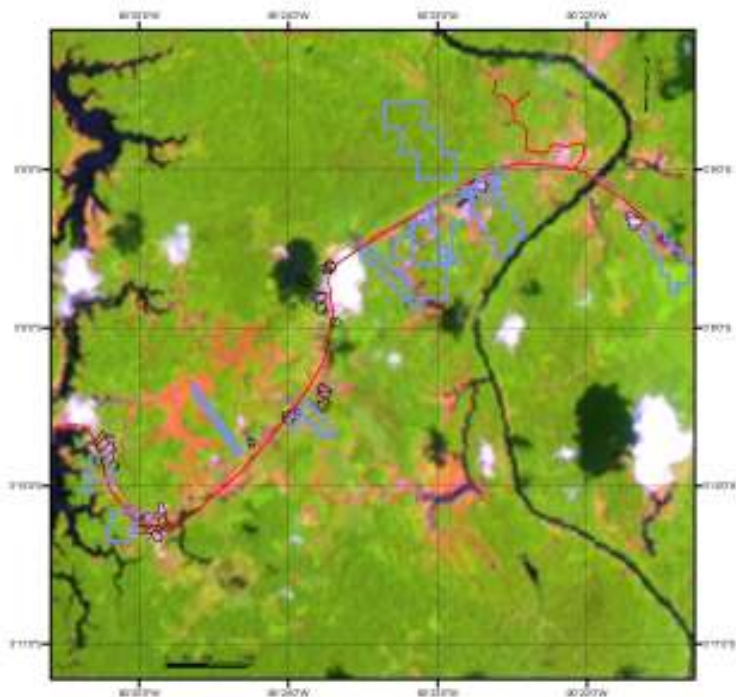


Figura 11.2 – Direitos Minerários na região do Pólo Cerâmico Ariaú, município de Manacapuru.



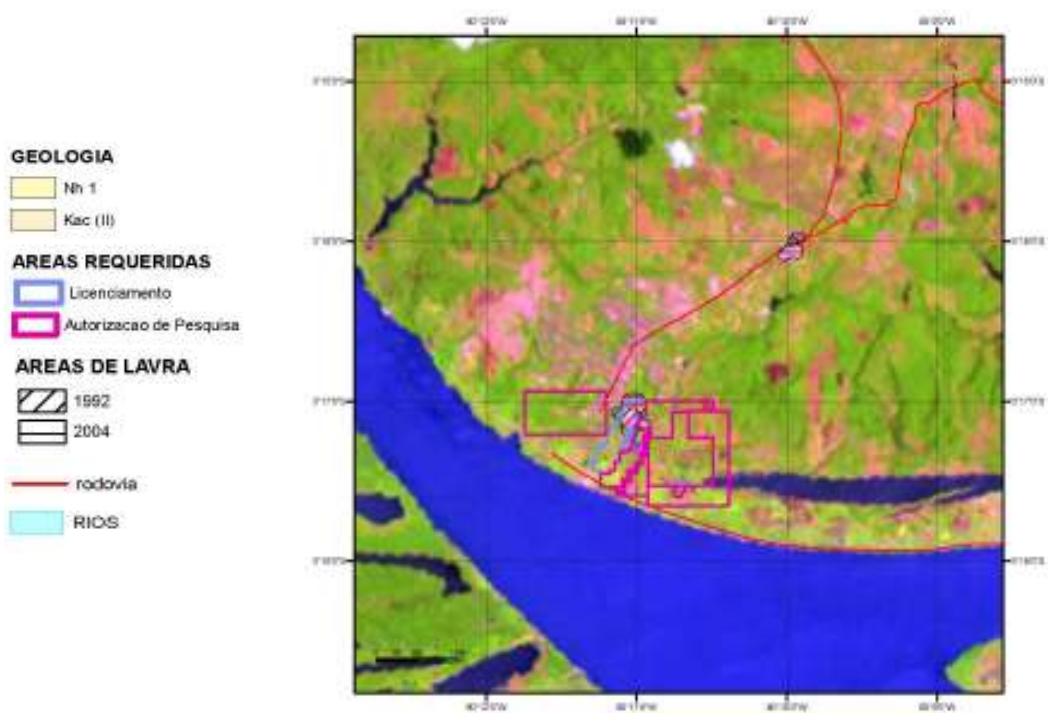
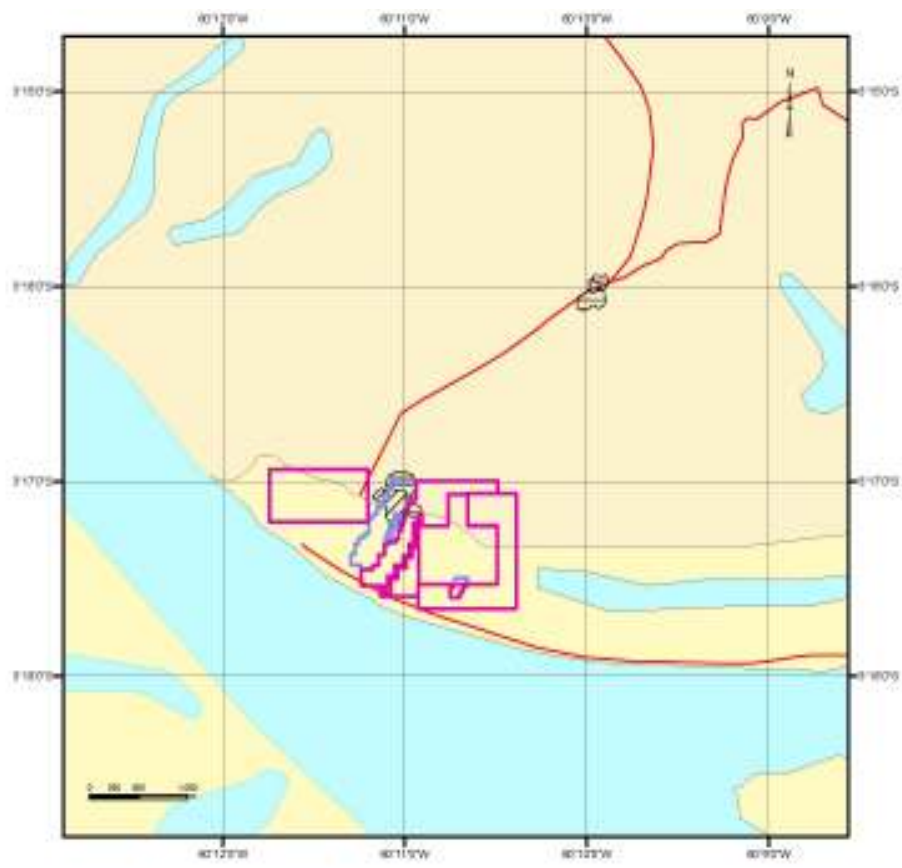


Figura 11.3 – Direitos Minerários na região do Pólo Cerâmico Iranduba, município de Iranduba.

expedição do Título Definitivo do Terreno pelo INCRA, para instituir devidamente o processo junto ao DNPM.

Ocorrem casos curiosos como: empresa que dispõe de Registro de Licenciamento porém compra barro e outro que pediu desistência do único Registro que dispunha. Nove das 27 cerâmicas situadas nos municípios de Manacapuru/Iranduba não dispunham de nenhum Direito Minerário. Observou-se porém, que nesta última década houve uma maior procura por regularização junto ao DNPM, reflexo do trabalho que o mesmo vem exercendo na região.

As empresas sempre apresentam alguma irregularidade, segundo informação do DNPM 8º Distrito e este quadro praticamente não se modificou nos últimos

dois anos. Algumas constam com documentos em tramitação (Requerimento de Licenciamento), outras apresentam irregularidades processuais tais como: Expiração de prazo de licenciamentos Ambiental e Municipal; Pagamento da CEFEM; Relatório Anual de Lavra (além do atraso na entrega, o mesmo não acompanha o avanço da lavra).

Como em outras regiões do país, os espaços historicamente ocupados pela mineração, com o passar do tempo vão sendo margeados por assentamentos populacionais e posteriormente incluídos no “planejamento urbano” (Plano Diretor) dos municípios. As Prefeituras dos municípios do interior não dispõe de condições técnico-estruturais para a gestão dos licenciamentos minerais.

## 12 – Diagnóstico Socioeconômico do Setor Cerâmico

---

### 12.1 Metodologia

Para a realização do diagnóstico socioeconômico do setor oleiro-cerâmico foram coletadas informações em todas as indústrias cerâmicas instaladas na região de estudo, em um total de 39. A coleta de dados foi realizada através de questionários, entrevistas e observações *in loco* em cada uma dessas empresas, sendo considerados dados de extração e beneficiamento da matéria prima argilosa, do processo de produção e comercialização dos produtos cerâmicos.

Para efeito deste diagnóstico, a área do estudo foi dividida em três principais regiões (Figura 4.1), com base na situação geográfica, local de produção, mercado consumidor e área potencial de matéria-prima para produto cerâmico:

- a) Região Manacapuru – Iranduba, onde estão situados os principais pólos oleiro-cerâmicos (Domínio Baixo Solimões - DBS).
- b) Região de Manaus, principal mercado consumidor (Domínio Baixo Negro - DBN).
- c) Região Careiro da Várzea – Manaquiri – Careiro do Castanho, área não explorada e com potencial de argila para cerâmica vermelha (Domínio Baixo Solimões - DBS).

Para a classificação em relação ao porte, tomou-se em consideração o Estatuto da Micro e Pequena Empresa (Lei Federal nº. 9.841/99) que classifica como “micro-empresa” aquela que apresenta um faturamento anual em até R\$ 240 mil reais; a empresa considerada “pequena” apresenta faturamento anual entre R\$ 240.000 e R\$ 1.200.000, tendo por base o preço final do produto e não apenas aquele de venda na fábrica (FOB).

Para efeito de estimativa de produção anual foi considerada a queda de 30% referente aos três meses mais chuvosos do ano e para a estimativa de consumo de materiais e insumos foi utilizada a média praticada pelo setor em razão da diversidade de coeficientes técnicos de utilização existentes entre as

empresas pesquisadas. Para cada milheiro de peças cerâmicas produzidas foi utilizado o coeficiente de 1,89 m<sup>3</sup> de argila descompactada, após o sazonalamento e a conformação (massa cerâmica da peça crua); 42,22 kw/hora de eletricidade; 3,3 m<sup>3</sup> de lenha para forno do tipo caieira; 2,25 m<sup>3</sup> para forno do tipo abóbada, paulistinha e semi-contínuo e 0,9 m<sup>3</sup> para forno do tipo contínuo. No cálculo do custo de mão-de-obra para as micro empresas foi utilizado o coeficiente de duas diárias para cada mil peças cerâmicas produzidas, o equivalente a R\$ 30,00, visto que o setor não paga salário mensal a seus operários.

### 12.2 Histórico do Setor Oleiro-cerâmico da Região

O setor cerâmico do estado do Amazonas não teve a mesma evolução da indústria cerâmica brasileira. Antes de fazer parte do território brasileiro, o Amazonas integrava parte de outra colônia portuguesa desvinculada do Brasil, o Estado do Grão-Pará. A indústria cerâmica brasileira introduzida por seus administradores coloniais foi fortemente influenciada pelo fluxo de imigrantes europeus de diversas nacionalidades, principalmente italianos, durante e após o período colonial.

Enquanto a cerâmica brasileira evoluía à medida que aquela região deixava de ser colônia e se transformava em império, a cerâmica amazonense se mantinha estagnada recebendo influência apenas portuguesa que se conservava através de seus descendentes.

A partir da metade do século XIX, o crescimento econômico da Amazônia, trazido pela exploração da borracha natural, trouxe dinamismo ao setor cerâmico amazonense por força da urbanização acelerada, consequência também dos investimentos no setor e da utilização de tecnologia, considerada de ponta na Europa, trazida por portugueses e ingleses que dominavam esse seguimento industrial à época.

Nesse período de grande demanda por borracha natural por países industrializados, entre 1880 e 1915, o setor

cerâmico da região de Manaus teve elevado crescimento vindo a sofisticar-se ao nível das grandes capitais europeias da época. Contudo, com a recessão econômica abrupta ocorrida com a queda de preço internacional da borracha, o setor entrou drasticamente em declínio. A qualidade dos materiais produzidos, a tecnologia e a oferta desses bens foram drasticamente reduzidas e ainda hoje não consegue recuperar-se nem em qualidade nem em diversidade em relação à época de expansão econômica do fim do século XIX e começo do século XX.

Com a instalação da Zona Franca de Manaus, a expansão econômica proveniente da criação de incentivos fiscais a partir de 1967, provocou novamente a expansão desse setor e um crescente número de empresas cerâmicas surgiram no período de 1.965 a 1.975 (Tabela 12.1) por força do elevado crescimento urbano e populacional da capital do Estado.

Início de atividades	Nº. de empresas	%
1941 – 1946	2	8
1947 – 1952	1	4
1953 – 1958	-	-
1959 – 1964	3	12
1965 – 1970	10	40
1971 – 1975	9	36
Total	25	100

Fonte: Diagnóstico do Setor Cerâmico e Oleiro (CEAG-AM, 1975).

Tabela 12.1 – Empresas cerâmicas no Amazonas.

Na década de 70 o setor oleiro-cerâmico estava concentrado na região de Manaus. Segundo Damião *et al.* 1972, naquela época, apenas duas olarias encontravam-se instaladas no atual município de Iranduba. O setor produzia tijolos de dois, quatro e oito furos, tijolos maciços, combogó (elementos vazados), telha dos tipos “canal” e “Marselha”, tubos cerâmicos de variadas polegadas de diâmetro e conexões, porém, com a entrada de chapas de amianto, tubos plásticos e artefatos importados reduziram

drasticamente a diversidade do setor, restringindo a quase que unicamente, na produção de tijolos de oito furos para a construção civil. Somente a partir da última década ressurgiu a indústria de telhas e tijolos maciços.

A partir dos anos 80 iniciou a migração das principais olarias existentes em Manaus, forçada pela expansão urbana para a região de Cacau-Pirêra (margem direita do rio Negro), hoje distrito de Iranduba, local onde já estavam instaladas algumas indústrias cerâmicas, porém, ainda permaneceram em Manaus apenas algumas olarias de pequeno porte.

Muitos outros fatores vieram contribuir para o deslocamento desse setor industrial: a) existência de extensos depósitos de matéria-prima argilosa os quais vêm sendo explorados desde o final do século XIX; b) manutenção de proximidade com o centro consumidor de Manaus; c) existência de incentivos fiscais para as vendas destinadas à Zona Franca de Manaus e instalação de empresas no interior; d) elevada oferta de mão-de-obra não-especializada e barata; e) existência de incentivos financeiros através de financiamentos públicos de baixo custo; f) expansão da malha urbana de Manaus e conseqüente valorização dos seus imóveis, além do maior rigor do controle ambiental na capital.

Novos pólos oleiro-cerâmicos foram criados a partir de então, cuja expansão aconteceu na sede de Iranduba e margens do rio Ariáú, adentrando ainda o município de Manacapuru. A produção destes pólos está estreitamente vinculada à demanda da capital Manaus e que concentra quase a metade da população e mais de 90% da renda do Amazonas.

### 12.3 Principais Produtos de Cerâmica Vermelha

Na área deste estudo e do próprio Estado do Amazonas a produção cerâmica restringe-se praticamente à manufatura de blocos cerâmicos, telhas e produtos artísticos. O setor oleiro-cerâmico produz e comercializa regularmente blocos de vedação (tijolos de oito furos) e em menor

proporção blocos estruturais, além de telhas. Existe, porém, um mercado potencial para o desenvolvimento de produtos com maior valor agregado e *design* diferenciado, como telhas de ventilação, meias-telhas, telhas de acabamento, cumeeiras, dentre outros.

### 12.3.1 Blocos Cerâmicos

Os blocos cerâmicos (Figura 12.1) para vedação (destinados ao uso em paredes e para suporte de pequena carga de ocupação) são projetados para serem assentados com furos na horizontal, podendo ser classificados em comuns e especiais. Os comuns são aqueles de uso corrente e podem ser classificados em A e B, conforme sua resistência à compressão. Já os tijolos especiais podem ser fabricados em formatos e especificações acordadas com o interesse do freguês. Na região, são produzidos tijolos nas seguintes dimensões: 9,5 x 19 x 19 cm; 8 x 18 x 18 cm e 8 x 17 x 18 cm.

Os blocos estruturais ou portantes (Figura 12.1) têm a função de vedação, porém são mais resistentes e seu esquema de montagem com os furos sempre na vertical permite que o próprio bloco seja a estrutura, sem a necessidade de vigas e pilares. Podem ser classificados em comuns e especiais. Os comuns são os de uso corrente e podem ser classificados em C, D e F, conforme sua resistência à compressão. Os especiais podem ser fabricados em formatos e especificações acordadas com o cliente, devendo, porém, prevalecer as condições normativas. Na região as dimensões e o formato destes artefatos, bem como a quantidade a ser produzida, são definidos pelo comprador mediante encomenda, dessa forma esses produtos não estão disponíveis no comércio.

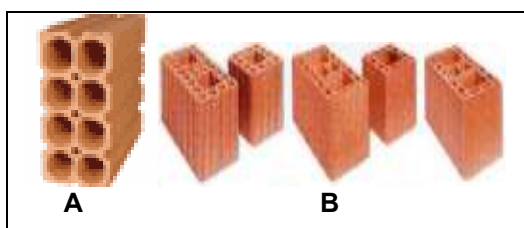


Figura 12.1 – (A) tijolo de oito furos; (B) blocos estruturais.

De acordo com a Portaria 127 do INMETRO de 5 de junho de 2005, em vigor a partir de 1º de novembro do referido ano, os blocos cerâmicos somente poderão ser comercializados se apresentarem inscrições gravadas de forma visível, em baixo relevo ou reentrância e em uma de suas faces externas: as dimensões nominais fornecidas em centímetros e na seguinte seqüência - largura, altura e comprimento (L x H x C); o nome e/ou a marca que identifique o fabricante. Para o bloco cerâmico estrutural, este deve trazer gravado a palavra “EST” após a indicação das dimensões nominais fornecidas pelo fabricante.

Por conta desta portaria, as micro-indústrias cerâmicas principalmente enfrentarão muita dificuldade para o ajustamento do seu processo produtivo, podendo inclusive ocasionar o fechamento da grande maioria, devido aos seguintes motivos:

- Preparação das massas cerâmicas – necessidade de ensaios tecnológicos. A região não dispunha de laboratório, só recentemente a UFAM equipou seu Laboratório de Pavimentação da Faculdade de Tecnologia para a realização destes ensaios.
- Tratamento térmico – Mudança e adaptação tanto no processo de secagem como na queima. Os fornos caieira dificilmente terão condições de queimar tijolos de oito furos dentro dos parâmetros de qualidade normatizados. Será necessário investimento em tecnologia e treinamento.
- Mudança de alguns implementos (como boquilha, etc.) e aquisição de novos equipamentos (como misturadores etc.).
- Adaptação e mudança no sistema de extrusão (até mesmo da extrusora a vácuo).
- Sistema interno de transporte - equipar as indústrias com trilhos e vagonetas para evitar o máximo de manuseio com as peças.

- Melhoria no atual sistema de transporte na distribuição e armazenamento (evitar o desgaste, a lasca e a fratura de peças devido o mau acondicionamento por ocasião da expedição da produção).
- Necessidade de financiamentos.

A fase inicial será de muita experiência e aprendizado para adaptação ao novo processo produtivo e os custos certamente serão mais elevados até atingir o domínio do processo, pois o conhecimento empírico até então adquirido era suficiente para a produção de tijolos sem exigência de padronização.

O bloco cerâmico de vedação deve apresentar as dimensões nominais de acordo com a Tabela 12.2.

O bloco cerâmico estrutural deve apresentar as dimensões nominais conforme a Tabela 12.3.

Na região também são fabricados os seguintes produtos (Figura 12.2): tijolo maciço e tijolo para laje pré-moldada (lajota) – não existem fabricantes com linhas de produção exclusiva, normalmente a produção é por encomenda, porém existe relativa distribuição no comércio local; lajota (piso rústico) – produção muito incipiente, praticamente em situação experimental; e elementos vazados – distribuição mais restrita no comércio local, sendo que na sua grande maioria é proveniente do pólo cerâmico de Parintins (região do Baixo Amazonas). O tijolo maciço (21x10x5cm) é largamente empregado na construção de churrasqueiras e em paredes e muros de tijolinho aparente.

Largura	Altura	Comprimento (cm)		
		Bloco	½ bloco	
9	9	19	9	
		24	11,5	
		29	14	
	14	14	19	9
			24	11,5
			29	14
		19	19	9
			24	11,5
			29	14
11,5	11,5	24	11,5	
	14	24	11,5	
		29	14	
		39	19	
	14	19	19	9
			24	11,5
29			14	
39			19	
19	19	19	9	
		24	11,5	
		29	14	
		39	19	
24	24	24	11,5	
		29	14	
		39	19	

Tabela 12.2 – Dimensões obrigatórias para comercialização do bloco cerâmico de vedação. Fonte: INMETRO (2005).

Largura (cm)	Altura (cm)	Comprimento (cm)			
		Bloco	½ bloco	Amarração	
				L	T
11,5	11,5	24	11,5		36,5
		24	11,5		
	19	29	14	26,5	41,5
		39	19	31,5	51,5
14	19	29	14		44
		39	19	34	54
19	19	29	14	34	49
		39	19		59

Tabela 12.3 – Dimensões obrigatórias para comercialização do bloco cerâmico estrutural. Fonte INMETRO (2005).



Figura 12.2 – (A) Tijolo maciço; (B) Bloco estrutural; (C) Tijolo (lajota) para laje; (D) Cumeeira de muro.

### 12.3.2 Telhas Cerâmicas

As telhas de barro têm sido mais resistentes a sucedâneos no curso do tempo, no entanto, vêm sofrendo substituição por outros materiais como as chapas metálicas, de fibro-cimento e

plásticos. Estes produtos, têm tido aceitação por oferecerem em relação às telhas cerâmicas, vantagens de custo, de área de cobertura, de redução e eliminação de estruturas de assentamento (madeirame), diminuição de peso e fácil manuseio.



Porém, em que pese todas estas vantagens, as telhas tradicionais ainda têm assegurada a sua parcela de mercado, sobretudo, por conservar a temperatura interna agradável tanto no verão quanto nas épocas de frio e pelo seu aspecto estético. Ainda são consideradas tradicionais no setor da construção civil, principalmente em conjuntos habitacionais e casas térreas.

A variedade de tipos de telhas é muito elevada pelas próprias exigências do mercado consumidor, às quais se deve ainda adicionar uma gama inumerável de variações quanto às suas dimensões, conseqüência da falta de padronização.

No Brasil são aplicadas várias designações, inclusive regionais (vide glossário – Anexo II), para os diversos tipos de telhas cerâmicas, tanto de *capa e canal* (Figura 12.3) como de *encaixe* (Figura 12.4).

Na região são produzidos os variados tipos de telhas sendo os modelos mais comuns a colonial ou paulista, plan, holandesa, americana, italiana, romana, portuguesa e suas respectivas cumeeiras.



Figura 12.3 – Telhas do tipo capa e canal: (A) Colonial ou Paulista; e (B) Plan.

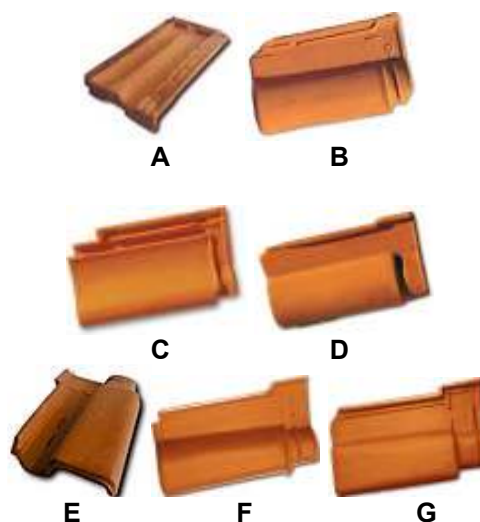


Figura 12.4 – Telhas do tipo encaixe: (A) Francesa; (B) Italiana; (C) Holandesa; (D) Americana; (E) Termoplan; (F) Portuguesa; e (G) Romana.

### 12.3.3 Cerâmica Artística

A cerâmica artística provém de três principais segmentos: indígena, popular e contemporânea. A cerâmica indígena é a mais antiga no Amazonas, além daquela que hoje é objeto de estudo pela arqueologia, encontrando-se em museus nacionais e internacionais. Há ainda aquela cerâmica que está em franco desenvolvimento, encontrando-se, contudo, restrita a algumas etnias, como a dos índios Ticuna no interior do Estado (Figura 12.5).

A cerâmica popular é em geral rústica e recebe influência tanto da arte indígena como daquela européia, e sua produção comercial concentra-se na sede de Manaus. A cerâmica contemporânea está ligada à variada influência moderna.

A produção do setor cerâmico artístico amazonense compreende peças de cerâmica vermelha para decoração interna e externa, como vasos, potes e



Figura 12.5 – Cerâmica artística indígena Ticuna. (Fonte: Associação Brasileira de Cerâmica).

outros artefatos que seguem padrões diversos de decoração, utensílios domésticos como panelas de barro, reservatórios d'água, além de *souvenir* para turistas. A Figura 12.6 ilustra algumas peças produzidas no Pólo cerâmico artístico instalado no bairro São José (município de Manaus).



Figura 12.6 – Produtos do Pólo Cerâmico Artístico de Manaus, instalado no bairro São José.

## 12.4 O Mercado

### 12.4.1 Blocos Cerâmicos

Os blocos cerâmicos têm mercado limitado pelo custo de transporte em função das distâncias. O alto peso e o baixo valor específico (peso/valor) limitam a venda do produto. No país, segundo a ANICER, a distância máxima da indústria produtora é em torno de 100 km, no Amazonas, contudo, devido o uso predominante do transporte fluvial, que é de baixo custo, essa distância pode chegar até 600 km.

Apesar do alcance das vendas ser possível em tão longa distância, o mercado de blocos cerâmicos dos pólos de Cacau-Pirêra, Ariáú e Iranduba se concentra em Manaus, já que os demais municípios do Estado são geograficamente dispersos, com rarefeita população e reduzida capacidade de compra.

O mercado de blocos cerâmicos na região é considerado limpo. A oferta (produção) se iguala à demanda (consumo), ou seja, não há formação de estoques nas fabricas, nem inflação ou deflação de preços. Os preços se conservam estáveis se considerarmos a inflação da moeda nacional e alteração dos custos de produção.

Esse equilíbrio existe, porque as empresas trabalham abaixo da sua capacidade produtiva e capital de giro limitado. À medida que a demanda cresce

ou decresce, a produção é imediatamente ajustada.

Outro fator que força esse equilíbrio é a substituição de blocos cerâmicos por blocos de cimento ou placas de concreto na construção de conjuntos residenciais populares patrocinados pelo governo.

A demanda por produtos cerâmicos está diretamente ligada às necessidades populacionais. No Amazonas, assim como em toda a Amazônia, a região que mais cresce tanto demográfica quanto economicamente é a capital Manaus e entorno.

De acordo com o IBGE, a estimativa de crescimento da população manauense vem crescendo a níveis superiores a 3% ao ano (Tabela 12.4). No ano de 2005, esta estimativa esteve na ordem de 1.644.000 habitantes, o que a torna a maior cidade da Amazônia em população.

Ano	População	%
1991	1.011.801	100,00
2000	1.403.796	138,74
2002	1.464.089	144,70
2003	1.526.972	150,92
2004	1.592.555	157,40
2005	1.644.690	162,55

Tabela 12.4 – Estimativa da população de Manaus. Fonte: IBGE.

O crescimento econômico de Manaus também é um dos maiores do país. Entre 1999 e 2002 o crescimento do PIB esteve acima dos 50% (Tabela 12.5).

Ano	PIB	%
1999	12.941.800	100,00
2000	15.638.232	120,84
2001	17.437.463	134,74
2002	20.355.938	157,29

Tabela 12.5 – Produto Interno Bruto (PIB) de Manaus. Fonte: IBGE (2003).

O crescimento populacional e de renda é fator determinante para o aumento da demanda na construção civil, notadamente aquela voltada para a habitação. Entre os anos 1991 e 2000 o

número de habitações cresceu proporcionalmente mais do que aquele da população. Em 1991 esse número representava 27% da população tendo se elevado para 32% no ano de 2000 (Tabela 12.6).

Ano	População	Domicílios	%
1991	1.011.801	274.068	27,09
2000	1.403.796	452.085	32,20

Tabela 12.6 – Relação entre população e domicílios em Manaus. Fonte: IBGE (Anuário Estatístico - 2000).

O reflexo desse crescimento também pode ser medido por meio do consumo crescente de cimento na capital. Entre 2000 e 2004 o consumo aparente de cimento (produção + importação – exportação) cresceu em média 5,6% (Tabela 12.7).

Ano	Consumo Aparente (1.000 t)
1995	254
1996	328
1997	456
1998	435
1999	439
2000	472
2001	543
2002	568
2003	570
2004	587

Tabela 12.7 – Consumo aparente de cimento no Amazonas. Fonte: SNIC – Sindicato Nacional da Indústria de Cimento.

Em período mais recente, de janeiro a agosto de 2005, o consumo aparente de cimento cresceu 11,47% em relação a igual período de 2004, sendo superior em todos os meses ao seu correspondente do ano anterior (Tabela 12.8).

Mês	2004	2005	Variação %
Janeiro	34.293	39.696	15,76
Fevereiro	32.191	39.312	22,12
Março	33.026	39.376	19,23
Abril	40.945	42.192	3,05
Mai	39.036	40.816	4,56
Junho	38.832	41.476	6,81
Julho	39.702	46.076	16,05
Agosto	41.517	44.957	8,29
Total	299.542	333.901	11,47

Tabela 12.8 – Consumo aparente de cimento no Estado do Amazonas no período 2004-2005. Fonte: SNIC – Sindicato Nacional da Indústria de Cimento.

Com base na taxa de crescimento do consumo de cimento, é possível estimar a expansão de demanda por blocos cerâmicos para os próximos anos, visto que as condições de crescimento da população e da economia de Manaus se mostram constantes.

Considerando-se que não há formação de estoque nas fábricas, e que não há importação nem exportação desse produto, conclui-se que a oferta de blocos cerâmicos é igual a demanda. Com base nessas premissas, é possível estimar o consumo de blocos cerâmicos para os próximos cinco anos, a partir da produção de 2004, que foi de 110.676 milheiros de tijolos, e da taxa média de consumo de cimento (Tabela 12.9).

Ano	(milheiros)
2005	116.877
2006	123.425
2007	130.339
2008	137.642
2009	145.353
2010	153.496

Tabela 12.9 – Quadro de estimativa de demanda por tijolos em Manaus até 2010. Fonte: CPRM (este estudo).

#### 12.4.2 Telhas

A telha cerâmica tem mercado amplo que vai do local ao internacional.

O mercado local vem se recuperando após décadas de depressão. A inovação arquitetônica e a busca de ambiente mais confortável vêm estimulando o mercado de telhas cerâmicas no Amazonas.

Este mercado da mesma forma que o de blocos cerâmicos, está concentrado em Manaus, por razões já comentadas anteriormente. Nele predominam as telhas de fabricação local para as coberturas simples e de telhas do sul do país, para as coberturas revestidas de esmalte cerâmico.

A telha cerâmica, no entanto, é um produto que atravessa fronteira. O Brasil é auto-suficiente nesse produto e seu excedente é vendido em vários continentes (Tabela 12.10).

Ano	Produção	Importação	Exportação	Total
2001	473	0	56	417
2002	508	0	74	434
2003	534	0	103	431

Tabela 12.10 – Consumo aparente de telhas cerâmicas (milhão m<sup>2</sup>). (Fonte: Sezzi 2004)

Dentre os produtos de cerâmica vermelha destinados à construção civil, a telha é a que revela maior mercado mundial. O Brasil é o quarto maior produtor de telhas, atrás apenas da China, Espanha e Itália (Tabela 12.11).

PAÍS	2001	2002	2003	% de 2003
1 - China	1.810	1.868	1.950	32,3
2 - Espanha	638	651	624	10,3
3 - Itália	638	606	603	10,0
4 - Brasil	473	508	534	8,9
5 - Indonésia	220	230	260	4,3
6 - Índia	109	150	190	3,2
7 - Turquia	150	162	189	3,1
8 - México	167	159	171	2,8
9 - Tailândia	63	100	135	2,2
10 - Iran	78	95	120	2,0
11 - Vietnam	95	105	110	1,8
12 - Egito	65	83	83	1,4
13 - Malásia	67	72	72	1,2
14 - Portugal	66	69	70	1,2
15 - Rússia	45	58	70	1,2
16 - Polônia	46	49	66	1,1
17 - Estados Unidos	55	58	61	1,0
18 - Alemanha	57	54	58	1,0
19 - Emirados Árabes	40	48	57	0,9
20 - Coreia do Sul	50	56	56	0,9
21 - Taiwan	47	40	46	0,8
22 - Japão	53	51	46	0,8
23 - França	44	41	40	0,7
24 - Marrocos	35	35	40	0,7
25 - Argentina	27	30	36	0,6
26 - República Tcheca	30	29	31	0,5
27 - Argélia	30	30	30	0,5
28 - África do sul	15	20	30	0,5
29 - Colômbia	26	26	26	0,4
30 - Filipinas	25	25	25	0,4
Total	5.264	5.508	5.829	96,7
Produção mundial	5.550	5.740	6.030	100,0

Tabela 12.11 – Maiores produtores mundiais de telhas (milhão m<sup>2</sup>). (Fonte: Sezzi 2004)

O Brasil ocupa o quarto lugar na exportação mundial de telhas, sendo precedido pela Itália, Espanha e China. A participação brasileira e chinesa é irrisória em relação aos primeiros do *ranking* (Tabela 12.12), o que denota a existência de um vasto mercado para a indústria nacional.

O maior importador de telha cerâmica são os Estados Unidos, seguido pela Alemanha e França, que curiosamente ocupam o 11<sup>o</sup> e 12<sup>o</sup> lugar do *ranking* dos exportadores de telhas. A Tabela 12.13 reúne os principais importadores.

O maior consumidor é a China devida a extensão de seu território, crescimento populacional e econômico acelerado, seguido pelo Brasil (Tabela 12.14).

#### 12.4.3 Estímulos Fiscal e Financeiro

A venda dos produtos cerâmicos produzidos no Pólo Ariáú – Cacau-Pirêra – Iranduba está isenta de impostos quando destinada à praça de Manaus, uma vez que toda aquisição de mercadorias não-produzidas na Zona Franca goza de incentivos fiscais como o Imposto sobre Produtos Industrializados - IPI e Imposto sobre Circulação de Mercadorias – ICMS.

Além dos citados incentivos, o Governo Estadual restitui em até 55% do valor do ICMS dos produtos que são vendidos para outras cidades.

O Governo Federal através da Caixa Econômica Federal – CEF vem estimulando o financiamento para a construção civil, quer para as construtoras quer para a auto-construção, pela aquisição facilitada de materiais até a compra de imóvel acabado.

### 12.5 Estrutura das Empresas e do Setor Cerâmico da Região

#### 12.5.1 Estrutura das Empresas

As empresas de cerâmica vermelha do Amazonas, em sua maioria, configuram micros e pequenas empresas

PAÍS	2001	2002	2003	% mundial
1 - Itália	441	438	418	27,8
2 - Espanha	339	357	336	22,3
3 - China	53	125	206	13,7
4 - Brasil	56	74	103	6,8
5 - Turquia	57	74	84	5,6
6 - Indonésia	30	50	60	4,0
7 - Emirados Árabes	22	39	35	2,3
8 - México	37	33	29	1,9
9 - Malásia	23	29	29	1,9
10 - Portugal	21	22	25	1,7
11 - Alemanha	21	22	22	1,5
12 - França	22	21	19	1,3
13 - República Tcheca	17	17	17	1,1
14 - Índia	7	10	15	1,0
15 - Tailândia	12	13	13	0,9
Total	1.158	1.324	1.411	93,8
Exportações mundiais	1.244	1.410	1.505	100,0

Tabela 12.12 – Maiores exportadores mundiais de telhas (milhão m<sup>2</sup>). (Fonte: Sezzi 2004)

PAÍS	2001	2002	2003	% de 2003
1 - Estados Unidos	160	189	207	13,8
2 - Alemanha	127	113	111	7,4
3 - França	104	104	104	6,9
4 - Arábia Saudita	48	61	55	3,7
5 - Reino Unido	54	48	52	3,5
6 - Coreia do Sul	22	32	42	2,8
7 - Grécia	33	33	33	2,2
8 - Austrália	24	28	25	1,7
9 - Bélgica e Luxemburgo	25	24	25	1,7
10 - Israel	31	26	25	1,7
11 - Canadá	24	27	25	1,7
12 - Polónia	26	23	23	1,5
13 - Países Baixos	19	19	18	1,2
14 - Áustria	16	15	16	1,1
15 - Tailândia	0	0	15	1,0
16 - Rússia	13	12	14	0,9
17 - México	8	13	14	0,9
18 - Hungria	13	14	13	0,9
19 - Itália	14	16	13	0,9
20 - África do Sul	7	12	12	0,8
21 - Emirados Árabes	9	13	12	0,8
Total	777	822	854	56,7
Importações Mundiais	1244	1410	1505	

Tabela 12.13 – Maiores Importadores mundiais de telhas (milhão m<sup>2</sup>). (Fonte: Sezzi 2004)

PAÍS	2001	2002	2003	% 2003
1 - China	1.500	1.600	1.700	29,7
2 - Brasil	417	456	421	7,4
3 - Espanha	312	327	332	5,8
4 - Estados Unidos	211	245	267	4,7
5 - Itália	192	183	183	3,2
6 - Índia	102	145	180	3,1
7 - Alemanha	164	144	147	2,6
8 - México	129	141	146	2,6
9 - Indonésia	168	110	130	2,3
10 - França	125	124	125	2,2
11 - Vietnã	95	98	103	1,8
12 - Turquia	94	90	103	1,8
13 - Coreia do Sul	59	83	97	1,7
14 - Tailândia	60	65	97	1,7
15 - Rússia	65	77	92	1,6
16 - Iran	72	85	87	1,5
17 - Polónia	71	62	75	1,3
18 - Egito	50	66	66	1,2
19 - Arábia Saudita	53	58	61	1,1
20 - Reino Unido	62	56	61	1,1
21 - Portugal	60	61	56	1,0
22 - Japão	56	54	49	0,9
23 - Taiwan	55	43	48	0,8
24 - Malásia	51	45	45	0,8
25 - Marrocos	31	33	36	0,6
26 - Argélia	34	35	35	0,6
27 - África do Sul	24	28	35	0,6
28 - Grécia	33	33	33	0,6
29 - Emirados Árabes	27	29	33	0,6
30 - Austrália	29	33	32	0,6
31 - Canadá	25	29	31	0,5
Total	4.426	4.638	4.906	85,7
Consumo mundial	5.142	5.426	5.724	

Tabela 12.14 – Maiores consumidores mundiais de telhas cerâmicas (milhão m<sup>2</sup>). (Fonte: Sezzi 2004)

que em geral, estão à margem dos avanços da modernização tanto tecnológica como administrativa. Contudo, já existem empresas de porte médio com elevado grau de modernização.

A maioria das empresas apresenta estrutura familiar, onde tanto os proprietários quanto os empregados exercem diversas funções. O conhecimento tecnológico nas micro e pequenas empresas passa de geração para geração, nem sempre permitindo algum

aprimoramento e propiciando grande resistência às mudanças. Em geral, o controle de qualidade é precário, não existindo mão-de-obra qualificada nem o conhecimento de normas técnicas básicas, operando ainda com grande desperdício de energia. Como consequência, tem-se a fabricação de produtos cerâmicos de baixa qualidade. Nas empresas de porte médio é perceptível a busca pela maior produtividade e redução de custos.

Dessa forma é possível caracterizar as empresas cerâmicas na região do estudo, agrupando-as como segue:

a) *Micro-indústria*: aquela empresa cujo faturamento anual é inferior a R\$ 244.000,00, considerando-se o preço CIF (preço final do produto) e que tem o processo produtivo rudimentar o qual resulta em alta ociosidade e uso de tecnologia obsoleta tal como forno do tipo caieira, além de não dispor de barreiro para extração de argila;

b) *Pequena indústria*: aquela empresa com faturamento anual na faixa de R\$ 244.000,00 a R\$ 1.200.000,00 e que apresenta tecnologia mais avançada do que a micro-indústria, tal como o forno do tipo abóbada, porém revelando ainda alta ociosidade. A maior dificuldade da pequena empresa é a falta de capital de giro e a concorrência com o mercado informal, além da impossibilidade de legalização das jazidas e ausência de mão-de-obra qualificada;

c) *Média indústria*: empresa cujo faturamento anual é superior a R\$ 1.200.000,00. Utiliza tecnologia mais avançada e emprega mão-de-obra qualificada.

### 12.5.2 Estrutura do Setor

A indústria oleiro-cerâmica tem como principal área de localização a região Manacapuru – Iranduba, onde se encontram instalados os pólos cerâmicos de Cacau-Pirêra, Iranduba e Ariaú. Estes pólos constituem Aglomerados Produtivos que juntos poderão evoluir para a formação de um único Arranjo Produtivo Local (APL).

Nas regiões de Manaus e do

Careiro da Várzea – Manaquiri – Careiro do Castanho, não há concentração de indústria oleiro-cerâmica, existindo apenas algumas empresas dispersas de produção rudimentar. A produção cerâmica artística encontra-se concentrada na zona leste da cidade de Manaus, no bairro de São José III. Atualmente o setor cerâmico apresenta a seguinte distribuição na região de estudo (Tabela 12.15).

Região	Produto			Total
	Tijolos	Telhas	Cerâmica Artística	
Manacapuru – Iranduba	25	2	-	27
Manaus	4	-	5	9
C. Várzea – Manaquiri – C. Castanho	3	-	-	3
<b>Total</b>	<b>32</b>	<b>2</b>	<b>5</b>	<b>39</b>

Tabela 12.15 – Número de empresas cerâmicas nas regiões de Manacapuru – Iranduba, Manaus e Careiro da Várzea – Manaquiri – Careiro do Castanho. Fonte: CPRM (este estudo).

### 12.5.3 Nível de Produção

As 34 indústrias oleiro-cerâmicas pesquisadas apresentam uma produção anual aproximada de 128 milhões de peças cerâmicas, dos quais cerca de 112 milhões são tijolos e 16 milhões são telhas. A Figura 12.7 ilustra a produção por pólos nas diversas regiões na área de estudo.

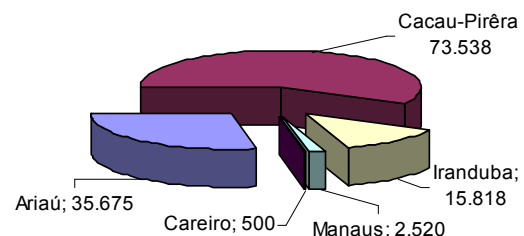


Figura 12.7 – Produção anual de peças cerâmicas estruturais por pólos (mil unidades). Fonte: CPRM (este estudo).

### 12.6 Processo Produtivo Empregado na Região

O processo produtivo nas indústrias de cerâmica vermelha deve constar das seguintes etapas:

1ª) Extração da matéria-prima – envolve as fases de: Pesquisa geológica e avaliação do depósito; Lavra (extração de argila); e Transporte até o pátio da indústria cerâmica.



2ª) Preparação da massa cerâmica – compreende: Sazonamento (maturação das argilas de modo em separado por um período mínimo de três meses a céu aberto); Mistura de argilas (com controle através de ensaios tecnológicos); e Estocagem em galpão coberto (quantidade suficiente para o consumo quinzenal). No caso de matéria-prima constituída por argila dura (rocha sedimentar tipo “tagua”) faz-se necessário a moagem ou britagem desse material antes da mistura com um outro tipo de argila mole (não é o caso desta região).

Obs.: A terceirização destas primeiras etapas com a aquisição da massa cerâmica já preparada, reduzindo simplesmente a fase de Estocagem, já é uma prática comum nos principais pólos cerâmicos do país.

Envolve ainda as fases de: Alimentação; Desintegração; Homogeneização; e Laminação.

3ª) Conformação – consta de: Extrusão; Corte; Prensagem (no caso de telha) e Torneamento (no caso do artesanato).

4ª) Tratamento térmico – consiste das fases de Secagem e de Queima.

5ª) Acabamento – se resume as fases de: Tratamento especial (impermeabilizantes ou corantes no caso das telhas); Seleção ou inspeção de qualidade (cerâmica estrutural em geral); eliminação de rebarbas e pintura (artesanatos).

6ª) Estocagem e Expedição – Armazenagem temporária e Escoamento da produção ao mercado.

Segundo a Associação Brasileira de Cerâmica - ABC, a fabricação regular de cerâmica vermelha no país obedece ao processo produtivo ilustrado pelo fluxograma da Figura 12.8.

O processo de produção empregado pelas empresas cerâmicas da região envolve seis principais fases sequenciais: 1 – Extração de argila; 2 – Preparação da massa cerâmica; 3 – Conformação; 4 – Tratamento térmico; 5 – Acabamento; e 6 – Expedição.

### 12.6.1 Extração de Argila

A atividade de mineração (extração de argila) deve ser desenvolvida como uma atividade econômica individualizada. Na região não existe empresa especializada em extração de argila e fornecimento de matéria-prima cerâmica.

A grande maioria dos ceramistas da região Manacapuru-Iranduba faz sua própria lavra e os demais (15%) adquirem argila por compra direta ou troca por prestação de serviços de extração ou transporte (ver capítulo 10 – Características das Lavras de Argila e item 11.3 – Direitos Minerários na Região do Estudo).

Em Manaus, as empresas não possuem licença para extração, porém algumas o fazem e outras adquirem a argila da região de Iranduba ou de eventuais fornecedores.

Na região do Careiro da Várzea – Manaquiri – Careiro do Castanho, todas as olarias extraem argila de barreiros em terra-firme, no terreno da própria olaria (Figura 12.9).

As empresas do setor oleiro-cerâmico que praticam a lavra não investem em pesquisa geológica e a condução desta atividade é executada pelos encarregados da extração com base na experiência dos mesmos para identificação horizontes argilosos.

Normalmente as indústrias cerâmicas com produção de tijolos utilizam-se de argila de alteração (zona mosqueada do perfil de alteração da Formação Alter do Chão) e as com produção de telhas usam argila aluvionar principalmente e de alteração (para mistura).

A quase totalidade das empresas cerâmicas da região Manacapuru – Iranduba, onde se encontram os principais pólos produtores de Cacau-Pirêra, Iranduba e Ariaú, fazem a extração da argila em áreas inundáveis marginais a rios ou igarapés.

Durante o período chuvoso, que se estende de dezembro a abril, a atividade extrativa é quase totalmente suspensa e também a produção do setor oleiro-

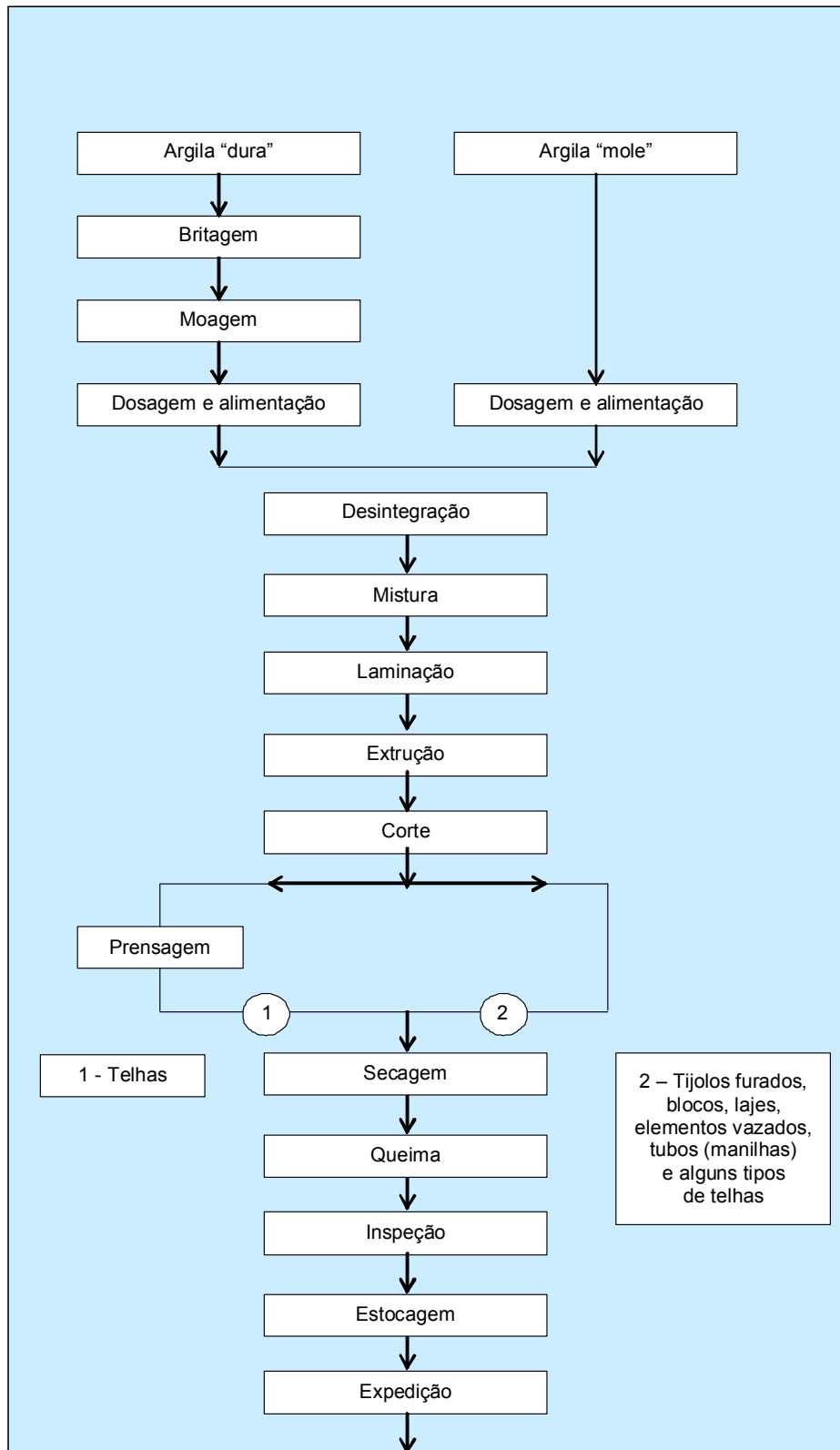


Figura 12.8 – Fluxograma do processo de fabricação de cerâmica vermelha no Brasil.  
 Fonte: Associação Brasileira de Cerâmica – ABC.



Figura 12.9 – Barreiros no próprio terreno da olaria, freqüente nas micro indústrias: (A) Extração manual em Manaquiri, (B) Cava para extração de argila através de pá mecânica (Careiro do Castanho).

cerâmico é reduzida neste período (principalmente nas cerâmicas menos estruturadas – as micro-empresas) simplesmente pela sensível redução da construção civil (autoconstrução) que acontece em toda a região.

A Tabela 12.16 apresenta o consumo estimado de argila pelo setor cerâmico nas diversas regiões. Para tal foi considerado como de 3,1 kg o peso médio do tijolo (21 x 21 x 10,5 cm) cru após extrusão e o volume de 1,89 cm<sup>3</sup>

(Densidade de 1,64 kg/cm<sup>3</sup> da argila saturada, ou seja, da massa do tijolo cru), conforme avaliado em DNPM, 2000. Também foi considerado para efeito deste cálculo o peso (cru) da telha igual ao do tijolo. O consumo de argila da produção de cerâmica artística foi baseado nas observações e informações obtidas (com relação ao volume) diretamente nas indústrias destas cerâmicas. Salienta-se que as alíquotas referentes ao ICMS e a CFEM são aplicadas sobre a matéria-prima *in natura* (DNPM 2000).

Região		Produção anual de peças cerâmicas (1.000)	Consumo anual de argila (1.000 m <sup>3</sup> )   (1.000 t)	
Manacapuru – Iranduba		125.662	238,8	391,6
Manaus	Olarias (tijolos)	2.520	4,8	7,9
	Cerâmica Artística	9,6	0,5	0,8
	Total	2.529,6	5,3	8,7
Careiro da Várzea - Manaquiri – Careiro do Castanho		500	0,9	1,6
<b>Total</b>		<b>128.059</b>	<b>250,3</b>	<b>410,6</b>

Tabela 12.16 – Consumo estimado de argila. Fonte: CPRM (este estudo).

### 12.6.2 Preparação da Massa Cerâmica

A finalidade é a obtenção de homogeneidade granulométrica e na composição mineralógica.

#### 12.6.2.1 Sazonamento

É a fase de descanso ou maturação da matéria-prima e que consiste em estocar a argila a céu aberto (Figura

12.10) quando ocorre o processo de aeração e cura do material. A exposição ao tempo ajuda na lixiviação de sais solúveis e auxilia na homogeneização e distribuição da umidade na massa argilosa. A estocagem de matéria-prima para o período de um ano é uma prática comum em cerca de 93% das empresas cerâmicas da região Manacapuru – Iranduba e em todas as empresas de cerâmica artística de Manaus. Algumas olarias de pequeno porte



Figura 12.10 – Sazonamento: (A, B e C) Estocagem de argila a céu aberto; (C) Vista do alto do estoque de argila mosqueada de alteração da Formação Alter do Chão.

não o fazem por questão financeira (deficiência de capital de giro). Na região do Careiro da Várzea - Manaquiri – Careiro do Castanho, o sazonalamento não é praticado.

A estocagem de matéria-prima volta-se ao período de cheia dos rios quando os barreiros tornam-se alagados ou ainda no mínimo para a época da estação mais chuvosa (período dezembro-abril) no caso de barreiros situados em locais relativamente mais altos.

A quase totalidade das empresas do setor cerâmico não investe em pesquisa geológica e ensaios tecnológicos para a preparação da massa cerâmica. Estes procedimentos são substituídos pela experiência dos encarregados da extração, que por ocasião da lavra, distinguem normalmente níveis argilosos (com maior ou menor proporção da fração argila), principalmente no caso das argilas mosqueadas de alteração utilizadas para tijolos, as quais já mandam para o sazonalamento o material devidamente misturado na proporção empírica (base no visual e no tato). O sazonalamento de materiais em separado foi observado em uma cerâmica que produz telha, porém os locais de extração e a origem das argilas (aluvionar e de alteração) são diferentes.

A desvantagem de se fazer o sazonalamento das matérias-primas misturadas é que complicaria uma posterior mudança na composição da massa cerâmica.

#### **12.6.2.2 Mistura**

A mistura é a combinação de dois ou mais tipos argilosos a fim de que o produto final apresente qualidade pós-queima.

Na região Manacapuru – Iranduba, apenas 11% das indústrias cerâmicas efetua a mistura, sendo que em Manaus e na região do Careiro da Várzea – Manaquiri – Careiro do Castanho não se utiliza este procedimento.

As argilas da mistura podem ser oriundas do mesmo barreiro ou de diferentes áreas, sendo que ensaios tecnológicos são necessários ao auxílio na seleção dos melhores tipos à combinação.

De um modo geral os ceramistas de tijolos não misturam diferentes tipos de argilas (argila gorda e magra de locais e origens diferentes como é muito comum no resto do país), na realidade misturam argilas de um mesmo local apenas com variação na granulometria (praticamente sem variação na composição química ou mineralógica).

No setor ceramista de telha existe a prática de misturar argila aluvionar com de alteração (com variação tanto granulométrica como na composição química).

#### **12.6.2.3 Homogeneização**

A homogeneização é feita manualmente nas olarias com pouquíssima tecnologia, ou através de misturadores, de modo a se obter uma massa argilosa com maior uniformidade granulométrica e no teor de umidade. Envolve desde a alimentação, desintegração (desfazer os torrões de argila), laminação, umidificação até a entrada da massa na extrusora.

Na região Manacapuru – Iranduba, 100% das indústrias cerâmicas desenvolvem esse processo, contudo, inexistente na região do Careiro da Várzea - Manaquiri - Careiro do Castanho. Em Manaus, somente as cerâmicas artísticas utilizam-se da homogeneização.

É importante manter uma alimentação contínua e quantidade exata de massa para o máximo de rendimento das máquinas. Em algumas olarias foi observado detector de metais nas esteiras de alimentação (Figura 12.11).

#### **12.6.3 Conformação**

A conformação envolve três processos: extrusão, prensagem e torneamento.

A extrusão consiste em compactar a massa argilosa em uma câmara simples (maromba simples) ou de alta pressão, equipada com sistema de “desaeração” (maromba a vácuo), contra um molde (boquilha) de formato do bloco cerâmico desejado (Figura 12.12).





Figura 12.11 – (A e B) Processo de desintegração e alimentação manual empregado geralmente pelas micro indústrias; (C e D) Caixa alimentador e esteira de alimentação com detector de metais; (E) Equipamento simples para homogeneização e laminação da argila usado pelas pequenas indústrias; (F) Equipamentos mais sofisticados utilizados pelas cerâmicas de médio porte.





Figura 12.12 – Extrusão: (A e B) Extrusora simples usada pelas micro indústrias (Manaquiri-Castanho); (C e D) Equipamento de extrusão a vácuo e corte geralmente usado pelas pequenas e micro indústrias da região de Manacapuru-Iranduba; (E e F) Extrusora a vácuo utilizado pelas indústrias mais equipadas (região Manacapuru-Iranduba).

Na região Iranduba - Manacapuru a extrusão simples não é praticada por nenhuma indústria cerâmica, contudo, em Manaus e Careiro da Várzea – Manaquiri – Careiro do Castanho, as empresas produtoras de blocos cerâmicos a praticam. Já a extrusão a vácuo é praticada por todas as empresas que produzem blocos cerâmicos na região Manacapuru – Iranduba e por nenhuma empresa cerâmica das demais regiões.

A prensagem é realizada apenas pelas indústrias cerâmicas do Pólo de Iranduba, por ser uma atividade praticada na produção de telhas.

O torneamento é uma atividade básica da indústria cerâmica artística, de modo a propiciar forma aos produtos. Consiste em um processo giratório do material argiloso e emprego das mãos para dar a forma final à peça cerâmica. É somente praticada em Manaus por meio de tornos elétricos.

#### 12.6.4 Tratamento Térmico

O tratamento térmico envolve dois processos: secagem e queima.

O processo de secagem se constitui pela eliminação da maior parte da água, pós-conformação, dos produtos cerâmicos, através do ar aquecido ou aeração natural. A secagem objetiva reduzir a umidade de extrusão dos produtos cerâmicos, que normalmente oscila entre 20 a 30% chegando até 5% a 8%. A secagem por ar aquecido é realizada por 44% das empresas cerâmicas da região Manacapuru – Iranduba e nas demais regiões, não é praticada. A secagem natural é praticada por 56% das empresas cerâmicas da região Manacapuru – Iranduba e totalidade das demais regiões. Neste processo de secagem natural o arranjo e a disposição dos lotes, os locais de secagem são os mais diversos, dando margem a criatividade (Figura 12.13).

É durante a fase da queima que os produtos cerâmicos, submetidos ao tratamento térmico, sofrem transformações físico-químicas, alterando-lhes as propriedades mecânicas e conferindo-lhes as características inerentes a todo produto cerâmico. Na região Manacapuru –

Iranduba são empregados diversos tipos de fornos, do intermitente - caieira, abóbada e paulistinha, ao contínuo. (Figura 12.14) Nas regiões de Manaus e Careiro da Várzea – Manaquiri – Careiro do Castanho, são utilizados apenas os fornos intermitentes dos tipos caieira e paulistinha mais rudimentares. Na região do estudo, 18% da produção é proveniente de fornos do tipo caieira, 53% dos tipos abóbada e paulistinha (chama reversível) e 28% de fornos semi-contínuos e contínuos. Em Manaus as olarias utilizam apenas o forno do tipo caieira, enquanto que cerâmicas artísticas utilizam apenas o tipo paulistinha. Na região do Careiro da Várzea - Manaquiri - Careiro do Castanho é apenas empregado o forno do tipo caieira, que é uma das características das micro-empresas.

No tratamento térmico e que envolve a queima, somente a biomassa de origem vegetal é utilizada como combustível. Apresenta variabilidade, quer no processo tradicional de emprego da lenha proveniente de floresta primária e/ou secundária, quer no emprego de alternativas como a serragem e cavaco oriundos de produtos de serrarias e materiais inservíveis de madeira, paletes provenientes do Distrito Industrial de Manaus, etc..

Na região Manacapuru – Iranduba, onde está o principal pólo oleiro-cerâmico, estima-se um consumo anual de 258 mil m<sup>3</sup> desse material. Em Manaus, o consumo é de apenas 9 mil m<sup>3</sup> e na região Careiro da Várzea – Manaquiri – Careiro do Castanho, a menor produção cerâmica responde por apenas 1,6 mil m<sup>3</sup> (Tabela 12.17).

#### 12.6.5 Acabamento

Envolve dois principais procedimentos: inspeção e estocagem.

A inspeção é realizada na saída do forno, onde o material quebrado, trincado, lascado, queimado em excesso é rejeitado. Em todas as regiões é feita a inspeção.

A estocagem é feita em área de cobertura ou não, permanecendo aí até sua expedição. Há somente estocagem de produtos acabados e artísticos em Manaus. A indústria de oleiro-cerâmica não estoca seus produtos acabados.



Figura 12.13 – Secagem: (A) Secagem natural rudimentar; (B, C e D) Secagem natural organizada; (E e F) Secagem natural em estufa; (G e H) Secagem artificial com secadores.





Figura 12.14 – Fornos: (A e B) Forno caieira é uma das características das micro-empresas; (C e D) Fase de arrumação para a queima; (E e F) Forno abóbada, mais comumente usado na região; e (G e H) forno semi-contínuo responsável por cerca de 30% da produção.

Região	Consumo Médio (m <sup>3</sup> )	
	Mensal	Anual
Manacapuru – Iranduba	23.260,46	258.191,12
Manaus	810,10	8.992,11
Careiro da Várzea - Manaquiri – Careiro do Castanho	148,50	1.648,35
<b>Total</b>	<b>24.219,06</b>	<b>268.831,58</b>

Tabela 12.17 – Consumo médio de lenha e derivados de madeira pelos Pólos Cerâmicos da região. Fonte: CPRM (este estudo).

### 12.6.6 Expedição

A expedição (transporte) é efetuada por meio de caminhões que se deslocam por vias rodoviárias e hidroviárias (balsas). As empresas cerâmicas utilizam veículo próprio ou terceirizado (mais comum). Na região Manacapuru – Iranduba apenas as empresas de porte médio dispõem de sistema de entrega dos produtos acabados.

Os caminhões utilizados na expedição (Figura 12.15) trafegam, em média, com 10 milheiros de tijolos. Alguns caminhões do tipo carreta também são empregados. O mau condicionamento e empilhamento do produto cerâmico por ocasião do transporte, o manuseio no carregamento e descarregamento causa defeito (lascas e fraturas). Apenas a produção de telhas é mais bem acondicionada em lotes envoltos por cinta plástica, que evita o desgaste por atrito e por manuseio individual das peças.

A Tabela 12.18 sintetiza as etapas do processo produtivo cerâmico das regiões Manacapuru – Iranduba, Manaus e Careiro da Várzea – Manaquiri – Careiro do Castanho.

### 12.6.7 Perda no Processo Produtivo

As perdas variam em função do nível de tecnologia empregado. Quanto maior investimento em tecnologia (equipamentos modernos e mão de obra qualificada) menor são as perdas no processo produtivo. Dessa forma as micros e pequenas empresas são as que apresentam as maiores perdas. As micro-empresas por utilizarem um sistema deficiente de transporte interno e fornos rudimentares como do tipo Caieira apresentam perdas elevadas (Figura 12.16). Nas pequenas empresas as perdas ocorrem mais no processo térmico em

decorrência da deficiente preparação da massa cerâmica. Estimou-se por ocasião das visitas de campo uma perda da ordem de: até 30% nas micro-empresas; de 5 a 10% nas pequenas e nas demais em torno de 5%.



Figura 12.16 – As micros e pequenas empresas são as que apresentam as maiores perdas de produção.

### 12.6.8 Consumo de Energia Elétrica

A eletricidade torna-se o insumo básico para a indústria moderna, Na região Manacapuru – Iranduba seu consumo é elevado em razão do uso de equipamentos elétricos, estimando-se 4,8 milhões de kilowatts/hora anuais. Em Manaus o consumo é de apenas 143,8 mil kilowatts/hora anuais, sendo que na região





Figura 12.15 – Expedição: (A e B) Os caminhões utilizados trafegam, em média, com 10 milheiros de tijolos; (C e D) Armazenamento no pátio da fábrica, para pronta entrega; e (E) Carregamento para entrega.



Careiro da Várzea - Manaquiri - Careiro do Castanho, não há consumo de eletricidade

e cujo principal insumo é o óleo diesel (Tabela 12.19).

ETAPAS DO PROCESSO PRODUTIVO	% realizado pelas empresas			
	Manacapuru – Iranduba	Manaus	Careiro da Várzea – Manaquiri – Careiro do Castanho	Total
<b>1 – Extração de argila</b>	85	33	100	74
<b>2 – Preparação da massa cerâmica</b>				
2.1 – Sazonamento	93	56	0	74
2.2 - Mistura de argilas	11	0	0	5
2.3 – Homogeneização	100	56	0	79
<b>3 – Conformação</b>				
3.1 – Extrusão Simples	0	44	100	18
3.2 – Extrusão a Vácuo	93	0	0	64
3.1 – Prensagem	7	56	0	18
<b>4 – Tratamento Térmico</b>				
4.1 – Secagem com ar aquecido	44	0	0	26
4.2 – Secagem natural	56	100	100	74
<b>5 – Queima</b>				
5.1 - Tipo Caieira	19	8	100	18
5.2 - Tipo Abóbada	38	0	0	35
5.3 - Tipo Paulistinha	12	92	0	18
5.4 - Tipo Semi-Contínuo	8	0	0	7
5.5 - Tipo Contínuo	24	0	0	21
<b>6 – Acabamento</b>				
6.1 – Inspeção	100	100	100	100
6.2 – Estocagem	7	56	0	18
6.3 – Expedição	26	0	0	18

Tabela 12.18 – Processo produtivo cerâmico utilizado na região. Fonte: CPRM (este estudo).

Região	Consumo Médio (kw)	
	Mensal	Anual
Manacapuru – Iranduba	424.986,52	4.717.350,37
Manaus	12.961,54	143.873,09
Careiro da Várzea – Manaquiri – Careiro do Castanho	0	0
<b>Total</b>	<b>437.948,06</b>	<b>4.861.223,47</b>

Tabela 12.19 – Consumo médio de eletricidade na região. Fonte: CPRM (este estudo).

## 12.7 Custos da Indústria Cerâmica da Região

O custo médio da indústria cerâmica da região e seu detalhamento estão sintetizados na Figura 12.17, onde o consumo de lenha e derivados se destaca dos demais indicando baixa eficiência dos fornos ou alto custo desse insumo. Já o custo administrativo e da comercialização é baixo, em razão da pequena estrutura administrativa e ausência de estrutura comercial na maioria das empresas.

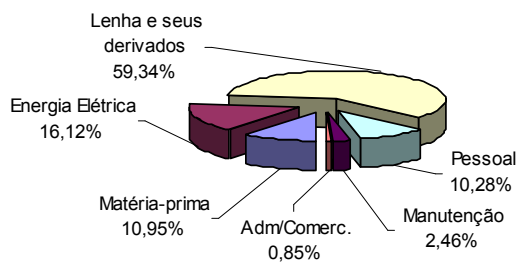


Figura 12.17 – Média percentual dos custos da indústria cerâmica da região (fonte: este estudo).

## 12.8 – Caracterização dos Pólos Cerâmicos das Regiões Manacapuru – Iranduba, Manaus e Careiro da Várzea – Manaquiri – Careiro do Castanho

### 12.8.1 – Região Manacapuru – Iranduba

As indústrias cerâmicas da região Manacapuru – Iranduba constituem Aglomerados Produtivos que juntos poderão evoluir para a formação de um único Arranjo Produtivo Local – APL. É composta pelos pólos cerâmicos do Ariaú, Cacau-Pirêra e Iranduba, onde se encontram instaladas 27 empresas cerâmicas, das quais mais da metade está instalada no Pólo de Cacau-Pirêra, na margem direita do rio Negro, frontal à sede municipal de Manaus. O segundo maior pólo cerâmico é aquele de Ariaú com 37% das empresas da região, e o menor deles, é aquele de Iranduba, contudo, o único pólo produtor de telhas do Estado. A distribuição espacial das empresas nessa região encontra-se ilustrada na Figura 12.18.

A região, como um todo, produz atualmente 125.662 mil peças cerâmicas entre tijolos e telhas. A maior produção é realizada no Pólo Cacau-Pirêra (58%) em

razão da proximidade do principal centro consumidor do Estado, a cidade de Manaus. A segunda maior produção acontece no Pólo Ariaú (28%), e tal como o pólo anterior, produz apenas blocos cerâmicos. A menor produção é proveniente do Pólo Iranduba, contudo, especializado na produção de telhas. Essa distribuição de produção é ilustrada na Figura 12.19.

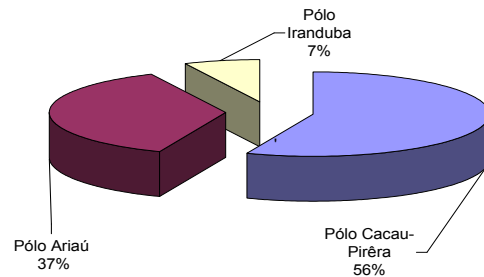


Figura 12.18 – Empresas instaladas na região Manacapuru – Iranduba. Fonte: CPRM (este estudo).

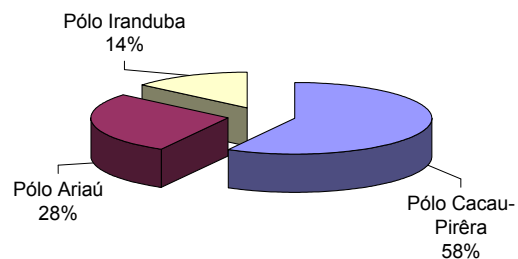


Figura 12.19 – Produção de peças cerâmicas na Região Manacapuru – Iranduba. Fonte: CPRM (este estudo).

As empresas da região Manacapuru – Iranduba empregam 553 pessoas, encontrando-se a maior parcela no Pólo Cacau-Pirêra (45%) e a menor parcela no Pólo Ariaú. A Figura 12.20 ilustra a distribuição de empregos na referida região.

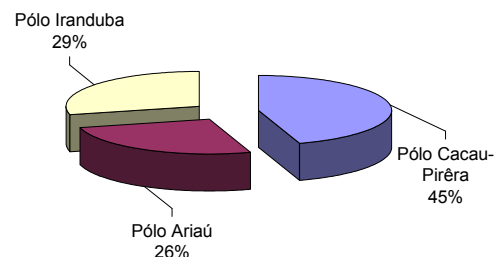


Figura 12.20 – Distribuição de pessoal empregado na Região Manacapuru – Iranduba. Fonte: CPRM (este estudo).

O investimento fixo e que envolve máquinas, equipamentos, instalações e edificações, é estimado em cerca de R\$ 17.425.900,00 (dezessete milhões, quatrocentos e vinte e cinco mil e novecentos reais), cuja maior e menor parcela cabe respectivamente ao Pólo Cacao-Pirêra (69%) e Pólo Ariáú (15%). A Figura 12.21 ilustra essa repartição.

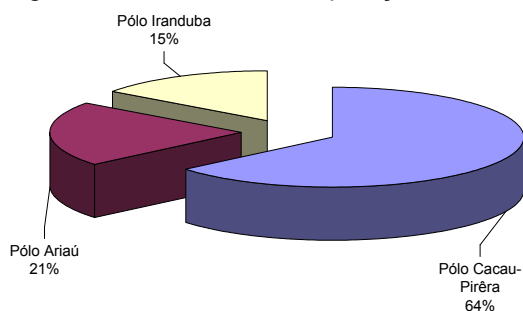


Figura 12.21 – Investimento fixo na região Manacapuru – Iranduba. Fonte: CPRM (este estudo)

### 12.8.1.1 – Pólo Cerâmico Cacao-Pirêra

O Pólo Cerâmico Cacao-Pirêra concentra a maior produção de blocos cerâmicos de vedação (tijolos de oito furos), encontrando-se instaladas quinze empresas de micro a médio porte. Do total, 27% são micro-empresas, 53% são pequenas empresas e 20% são empresas de médio porte (Figura 12.22), as quais respondem por 62% da produção total mensal de blocos cerâmicos (Figura 12.23).

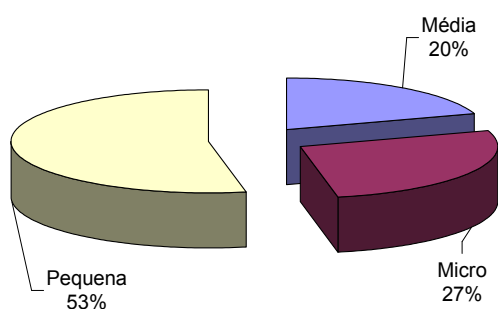


Figura 12.22 – Número de empresas por porte no Pólo Cacao-Pirêra. Fonte: CPRM (este estudo).

O nível de tecnologia alcançado pelas empresas varia em função de seu porte. O processo produtivo seguido pelas empresas do Pólo Cacao-Pirêra (PCP) é o seguinte:

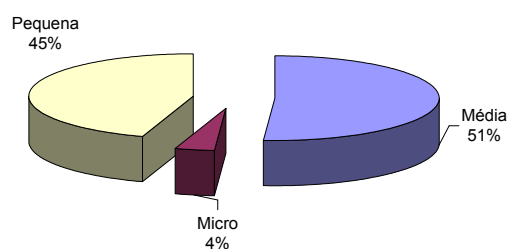


Figura 12.23 – Produção de tijolos no Pólo Cacao-Pirêra. Fonte: CPRM (este estudo).

**Extração de argilas** – 90% das empresas do PCP extraem argila. Destas, apenas 15% das micro e pequenas empresas não extraem a matéria-prima, sendo que sua obtenção é feita por meio de compra ou de troca de serviços;

**Preparação da matéria-prima** – Todas as empresas do PCP realizam o sazonalização por meio da estocagem de matéria-prima durante o período de cheia dos rios, que coincide com o período das chuvas. A homogeneização é realizada por todas as empresas do PCP nas suas linhas de produção em utilização de equipamentos apropriados;

**Mistura** – Nenhuma empresa do PCP emprega a mistura de argila (gorda e magra) de diferentes locais de origem;

**Conformação** – A extrusão à vácuo é realizada por todas as empresas do PCP;

**Tratamento Térmico** – Apenas 53% das empresas do PCP realizam a secagem “forçada”. Do total, 50% das micro-empresas e 63% das pequenas empresas utilizam a secagem natural. 59% da produção do PCP é queimada em fornos do tipo “abóbada” e em menor parte em fornos do tipo “semi-contínuo” (8%). O forno do tipo “caieira” é utilizado por todas as micro-empresas e por 23% das pequenas empresas, enquanto que as médias empresas utilizam fornos dos tipos “contínuo” e “semi-contínuo”;

**Acabamento** – A Inspeção é procedida em todas as empresas. Nenhuma empresa estoca produtos acabados;

**Entrega** – Apenas as médias empresas entregam seus produtos. Cerca de 13% das pequenas empresas também

entregam seus produtos enquanto as demais vendem na própria fábrica.

A Tabela 12.20 sintetiza o processo produtivo do Pólo Cacau-Pirêra (PCP).

### **Matéria-prima**

Todas as empresas do PCP utilizam argila proveniente da alteração de

rochas da Formação Alter do Chão como matéria-prima cerâmica, sendo que os barreiros encontram-se próximos das olarias. O consumo mensal de argila é estimado em aproximadamente 12,6 mil m<sup>3</sup>. A média indústria, por ser a maior produtora, é a que consome mais argila (Tabela 12.21).

PROCESSO PRODUTIVO PÓLO CACAU-PIRÊRA	% de Realização			Total
	Micro	Pequena	Média	
1 – Extração	75	75	100	80
2 - Preparação da Matéria-Prima				
2.1 – Sazonamento	100	100	100	100
2.2 – Mistura de argilas	0	0	0	0
2.3 – Homogeneização	100	100	100	100
3 – Conformação				
3.1 – Extrusão Simples	0	0	0	0
3.2 – Extrusão a Vácuo	100	100	100	100
3.3 – Prensagem	0	0	0	0
4 - Tratamento Térmico				
4.1 – Secagem forçada	50	38	100	53
4.2 – Secagem natural	50	63	0	47
5 - Queima				
5.1 – Caieira	100	23	0	15
5.2 – Abobada	0	62	64	59
5.3 – Paulistinha	0	11	4	7
5.4 – Semi-contínuo	0	4	11	8
5.5 – Contínuo	0	0	21	11
6 – Acabamento				
6.1 – Inspeção	100	100	100	100
6.2 – Estocagem	0	0	0	0
6.3 – Entrega	0	13	100	27

Tabela 12.20 – Processo produtivo no Pólo Cacau-Pirêra (PCP). Fonte: CPRM (este estudo).

Porte da empresa	Consumo Médio Anual	
	m <sup>3</sup>	tonelada
Micro	6.222	10.203
Pequena	62.426	102.379
Média	71.073	116.560
Total	<b>139.721</b>	<b>229.142</b>

Tabela 12.21 – Consumo médio de argila no Pólo Cacau-Pirêra (PCP). Fonte: CPRM (este estudo).

### Matriz energética

A matriz energética utilizada pelo PCP é fornecida pelas Centrais Elétricas do Amazonas - CEAM para o acionamento dos motores do sistema produtivo. A lenha é utilizada para o tratamento térmico (secagem e queima) sendo normalmente extraída de florestas primárias e secundárias. Contudo, a serragem e outros materiais inservíveis de madeira são

utilizados. O consumo anual é estimado em 161 mil m<sup>3</sup> de lenha e derivados e 3 milhões quilowatts/hora de energia elétrica. O maior consumidor de lenha é a pequena empresa, dada a ineficiência de seus fornos; o maior consumidor de eletricidade é a média empresa, por ser a maior produtora e ser dotada de maior número de equipamentos elétricos, como ilustrado na Tabela 12.22.

Porte da empresa	Consumo Médio de lenha (m <sup>3</sup> )		Consumo Médio de eletricidade (Kwh)	
	Mensal	Anual	Mensal	Anual
Micro	973,50	10.805,85	12.454,90	138.249,39
Pequena	7.263,11	80.620,53	124.971,20	1.387.180,32
Média	6.281,25	69.721,88	142.281,40	1.579.323,54
<b>Total</b>	<b>14.517,86</b>	<b>161.148,26</b>	<b>279.707,50</b>	<b>3.104.753,25</b>

Tabela 12.22 – Consumo médio de lenha e de eletricidade no Pólo Cacau-Pirêra. Fonte: CPRM (este estudo).

### Força de trabalho e produtividade

O Pólo Cacau-Pirêra gera aproximadamente 249 empregos diretos. A maior empregadora é a pequena empresa enquanto a menor empregadora é a micro empresa. A Figura 12.24 ilustra essa distribuição.

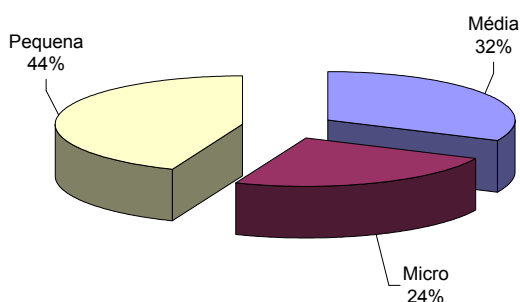


Figura 12.24 – Distribuição de emprego no Pólo Cacau-Pirêra em função do porte da empresa. Fonte: CPRM (este estudo).

A maior produtividade é verificada na média empresa, com cerca de 312 milheiros por operário ao ano e em razão do seu maior nível de mecanização. A menor produtividade ocorre na micro-empresa, com cerca de 55 milheiros por operário ao ano e em razão da pouca utilização de máquinas e equipamentos. A Tabela 12.23 revela a produtividade por porte de empresa.

Porte da empresa	Milheiro/Operário
Micro	54,58
Pequena	272,66
Média	311,73
Total	244,72

Tabela 12.23 – Produtividade no Pólo Cacau-Pirêra. Fonte: CPRM (este estudo).

### Estrutura econômico-financeira

O investimento fixo, correspondente a terrenos, edificações, máquinas e equipamentos das empresas no Pólo Cacau-Pirêra supera o valor de 15 milhões de reais. Embora com menor número de empresas, aquelas de porte médio são as que mais investem no pólo, seguidas pelas pequenas empresas como ilustra a Figura 12.25:

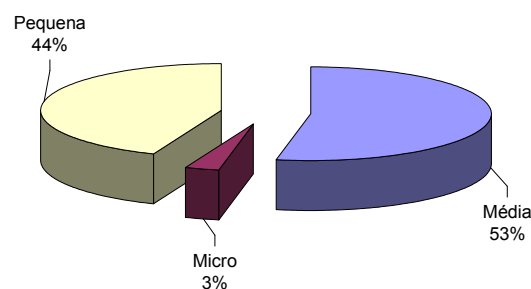


Figura 12.25 – Investimento fixo no Pólo Cacau-Pirêra. Fonte: CPRM (este estudo).

A produtividade do capital fixo (edificações, máquinas, equipamentos, etc.) é de 4,91 milheiros para cada R\$ 1.000,00 investidos. As micro-empresas são as que apresentam a maior produtividade por serem as mais intensivas em mão-de-obra. A Tabela 12.24 mostra de forma comparativa essa produtividade.

Em termos de rentabilidade bruta o segmento é todo rentável. A média empresa é a que apresenta maior rentabilidade, seguida pela micro-empresa. O somatório deve-se a economia de escala

obtida pela média empresa e o baixo custo com a mão-de-obra da micro-empresa. A Tabela 12. 25 sintetiza a avaliação econômica do PCP.

Porte da empresa	Milheiro/R\$ mil
Micro	6,09
Pequena	5,17
Média	4,63
Total	4,91

Tabela 12.24 – Produtividade do capital fixo no Pólo Cacau-Pirêra. Fonte: CPRM (este estudo).

Avaliação econômica das empresas do Pólo Cacau-Pirêra (%)				
Parâmetros	Porte da empresa			Total
	Micro	Pequena	Média	
(=) Faturamento	100,00	100,00	100,00	100,00
(-) Custo Operacional	83,72	78,99	60,49	68,15
- Matéria-prima	8,37	16,40	11,81	13,43
- Energia Elétrica	12,02	9,81	7,06	8,25
- Lenha e seus derivados	52,35	31,77	17,38	23,85
- Pessoal	5,97	15,37	9,68	11,71
- Manutenção	2,01	1,93	1,55	1,71
- Administração/Comercialização	3,00	3,70	13,00	9,20
(=) Lucro Operacional	16,28	21,01	39,51	31,85

Tabela 12.25 – Avaliação econômica do Pólo Cacau-Pirêra. Fonte: CPRM (este estudo).

### Comercialização

A totalidade da produção de tijolos do Pólo Cacau-Pirêra destina-se ao comércio em Manaus, ao preço médio de R\$ 178,77 (Dezembro/2005). As micros e as pequenas empresas utilizam-se de intermediários na comercialização de sua produção, e seu preço é mais baixo por ser aquele de fábrica. As médias empresas dispõem de estrutura comercial (escritórios) e transporte próprio, o que lhes garante melhor preço e maior fatia no mercado manauara (Tabela 12.26).

#### 12.8.1.2 – O Pólo Cerâmico Ariáú

O Pólo Ariáú concentra a segunda maior produção de blocos cerâmicos de vedação (tijolos de oito furos) da região Manacapuru – Iranduba, encontrando-se instaladas dez empresas de micro (60%), pequeno (20%) e médio porte (20%), as quais são responsáveis por 10, 27 e 63% respectivamente da produção de blocos

cerâmicos deste pólo (Figuras 12.26 e 12.27).

Porte da empresa	Preço Médio (R\$)
Micro	122,68
Pequena	150,29
Média	208,69
Total	178,77

Tabela 12.26 – Preço médio do milheiro de tijolos no Pólo Cacau-Pirêra (dezembro/2005). Fonte: CPRM (este estudo).

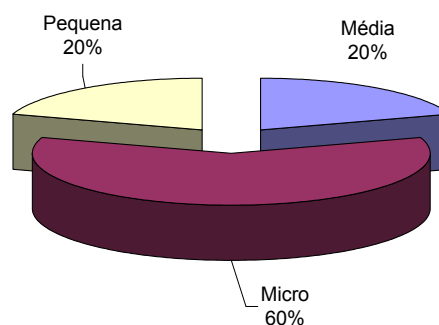


Figura 12.26 – Empresas instaladas por porte no Pólo Ariáú. Fonte: CPRM (este estudo).



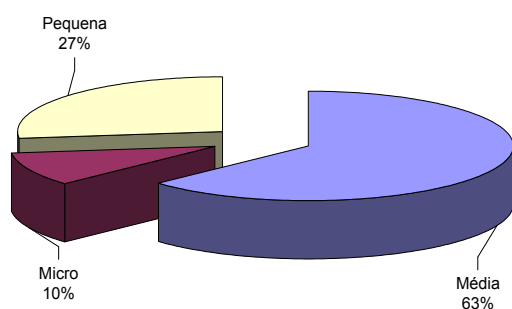


Figura 12.27 – Produção de tijolos do Pólo Ariaú. Fonte: CPRM (este estudo).

O nível tecnológico adotado pelas empresas varia em função de seu porte. O processo produtivo adotado pelas empresas do Pólo Ariaú é o seguinte:

**Extração** – 90% das empresas do pólo extraem a argila. Dessas, apenas 17% das micro-empresas não extraem a matéria-prima, cuja obtenção é feita por meio de compra ou de troca de serviços.

**Preparação da matéria-prima** – 80% das empresas realizam o sazonalamento e apenas 33% das micro-empresas não desenvolvem essa etapa do processo produtivo. Todas as empresas do Pólo Ariaú realizam a homogeneização da matéria-prima nas suas linhas de produção, por meio de equipamentos apropriados.

**Mistura** – Apenas 10% das empresas executam a mistura de mais de uma argila e apenas 33% das pequenas desenvolvem essa etapa do processo produtivo.

**Conformação** – Todas as empresas do Pólo realizam a extrusão à vácuo.

**Tratamento Térmico** – Somente as médias empresas do Pólo Ariaú realizam a secagem forçada, as demais utilizam secagem natural. Cerca de 36% da produção do pólo é queimada em fornos do tipo “caieira”, 29% em fornos reversíveis e 35% em forno do tipo “contínuo” e “semi-contínuo”.

**Acabamento** – A inspeção é realizada por todas as empresas, sendo que nenhuma delas estoca seus produtos acabados.

**Entrega** – Apenas as médias empresas entregam seus produtos, enquanto as demais vendem na própria fábrica.

A Tabela 12.27 sintetiza o processo produtivo do Pólo Ariaú.

### Matéria-prima

Todas as empresas do Pólo Ariaú, atualmente utilizam da argila proveniente da alteração de rochas da Formação Alter do Chão como matéria prima cerâmica, sendo que os barreiros estão localizados na proximidade das olarias. Porém já houve extração incipiente em área aluvionar do Rio Ariaú. Seu consumo anual é estimado em aproximadamente 67,8 mil m<sup>3</sup> ou 111 mil toneladas. O maior consumo provém da média empresa, visto ser ela a maior produtora (Tabela 12.28).

### Matriz energética

A matriz energética utilizada pelo Pólo Ariaú é fornecida pelas Centrais Elétricas do Amazonas - CEAM para o acionamento dos motores do sistema produtivo. A lenha é utilizada para o tratamento térmico (secagem e queima) sendo normalmente extraída de florestas primárias e secundárias. Contudo, a serragem e outros materiais inservíveis de madeira são utilizados. O consumo anual é estimado em 78 mil m<sup>3</sup> de lenha e derivados e 1,5 milhão de Kw/h de energia elétrica. A média empresa é a maior consumidora de lenha por constituir a maior produtora cerâmica e por utilizar fornos com baixa eficiência. A menor consumidora é a micro-empresa já que revela menor produção. O maior consumo de eletricidade também pertence à média empresa pelo fato de ser a maior produtora e seus equipamentos da linha de produção serem todos movidos à eletricidade. O menor consumo provém da pequena empresa por ser aquela de menor produção (Tabela 12.29).

### Força de trabalho e produtividade

O Pólo Ariaú gera aproximadamente 616 empregos diretos. A maior empregadora é a média empresa e a menor a micro-empresa (Figura 12.28).

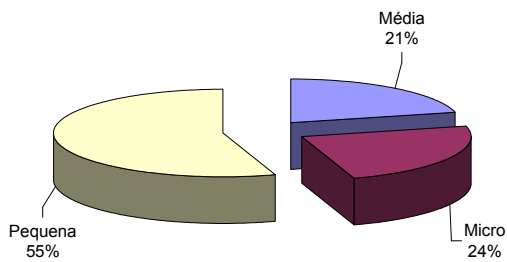


Figura 12.28 – Pessoal empregado pelo Pólo Ariaú. Fonte: CPRM (este estudo).

A maior produtividade é verificada na média empresa, com cerca de 300 milheiros por operário ao ano e em razão do seu maior nível de mecanização. A menor produtividade ocorre na micro-empresa, com cerca de 90 milheiros por operário ao ano e em razão da pouca utilização de máquinas e equipamentos. A Tabela 12.30 revela a produtividade por porte de empresa.

PROCESSO PRODUTIVO PÓLO ARIAÚ	% de Realização			Total
	Micro	Pequena	Média	
<b>1 – Extração</b>	83	100	100	90
<b>2 - Preparação da Matéria-prima</b>				
2.1 – Sazonamento	67	100	100	80
2.2 – Mistura de argilas	0	0	50	10
2.3 – Homogeneização	100	100	100	100
<b>3 – Conformação</b>				
3.1 - Extrusão Simples	0	0	0	0
3.1 - Extrusão a Vácuo	100	100	100	100
3.2 – Prensagem	0	0	0	0
<b>4 - Tratamento Térmico</b>				
4.1 - Secagem forçada	0	0	100	20
4.2 - Secagem natural	100	100	0	80
<b>5 – Queima</b>				
5.1 – Caieira	78	100	0	36
5.2 – Abobada	0	0	4	2
5.3 – Paulistinha	22	0	40	27
5.4 – Semi-contínuo	0	0	19	12
5.5 – Contínuo	0	0	38	23
<b>6 – Acabamento</b>				
6.1 – Inspeção	100	100	100	100
6.2 – Estocagem	0	0	0	0
6.3 - Entrega	0	0	50	10

Tabela 12.27 – Processo produtivo do Pólo Ariaú. Fonte: CPRM (este estudo).

Porte da empresa	Consumo Médio Anual	
	m <sup>3</sup>	Toneladas
Micro	7.044,06	11.552,26
Pequena	18.559,20	30.437,09
Média	42.180,00	69.175,20
<b>Total</b>	<b>67.783,26</b>	<b>111.164,55</b>

Tabela 12.28 – Consumo médio de argila no Pólo Ariaú. Fonte: CPRM (este estudo).

Porte da empresa	Consumo Médio de lenha (m <sup>3</sup> )		Consumo Médio de eletricidade (Kwh)	
	Mensal	Anual	Mensal	Anual
Micro	1.026,60	11.395,26	14.101,48	156.526,43
Pequena	2.904,00	32.234,40	37.153,60	412.404,96
Média	3.131,25	34.756,88	84.440,00	937.284,00
Total	<b>7.061,85</b>	<b>78.386,54</b>	<b>135.695,08</b>	<b>1.506.215,39</b>

Tabela 12.29 – Consumo médio de lenha e de eletricidade no Pólo Ariaú. Fonte: CPRM (este estudo).

Porte da empresa	Milheiro/Operário
Micro	90,42
Pequena	264,00
Média	300,00
Total	234,71

Tabela 12.30 – Produtividade de mão-de-obra no Pólo Ariaú. Fonte: CPRM (este estudo).

### Estrutura econômico-financeira

O investimento fixo, das empresas no Pólo Ariaú supera o valor de 3,5 milhões de reais. Embora com menor número de empresas, aquelas de porte médio são as que mais investem no pólo, seguidas pelas pequenas empresas como ilustra a Figura 12.29:

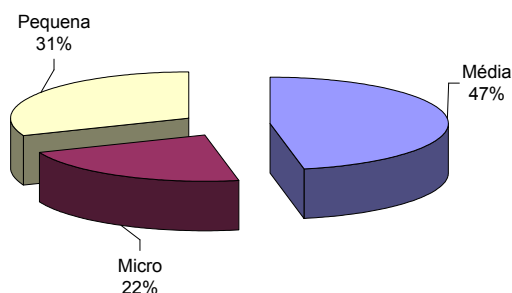


Figura 12.29 – Investimento fixo no Pólo Ariaú. Fonte: CPRM (este estudo).

A produtividade do capital fixo é de 10 milheiros para cada R\$ 1.000,00 investidos. As pequenas-empresas são as

que apresentam a maior produtividade por serem as mais intensivas em mão-de-obra. A Tabela 12.31 mostra de forma comparativa essa produtividade:

Porte da empresa	Milheiro/R\$ mil
Micro	4,36
Pequena	13,00
Média	12,00
Total	10,34

Tabela 12.31 – Produtividade do capital fixo no Pólo Ariaú. Fonte: CPRM (este estudo).

No Pólo Ariaú nem todas as empresas são lucrativas. A pequena empresa apresenta baixíssima lucratividade, o que tem desestimulado sua presença nesse pólo, a razão em geral é devido a utilização de fornos ineficientes do tipo caieira. Esta situação vem promovendo a transferência de empresas que para permanecerem no mercado substituíram esses fornos pelo tipo abobada (Tabela 12.32).

Avaliação econômica das empresas do Pólo Ariaú (%)				
Parâmetros	Porte da empresa			Total
	Micro	Pequena	Média	
(=) Faturamento	100,00	100,00	100,00	100,00
(-) Custo Operacional	74,09	102,15	72,16	79,64
- Matéria-prima	7,88	19,00	15,83	15,87
- Energia Elétrica	11,31	11,36	9,47	10,10
- Lenha e seus derivados	45,88	49,50	19,57	29,30
- Pessoal	3,39	18,39	13,49	13,75
- Manutenção	2,64	0,89	0,80	0,99
- Administração/Comercialização	3,00	3,00	13,00	9,64
(=) Lucro Operacional	25,91	(2,15)	27,84	20,36

Tabela 12.32 – Avaliação econômica do Pólo Ariaú. Fonte: CPRM (este estudo).

## **Comercialização**

A totalidade da produção de tijolos do Pólo Ariaú destina-se ao comércio em Manaus, ao preço médio de R\$ 145,94 (Dezembro/2005). As micros e pequenas empresas utilizam-se de intermediários na comercialização de sua produção, e seu preço é mais baixo por ser aquele de fábrica. As médias empresas dispõem de estrutura comercial (escritórios) e transporte próprio, o que lhes garante melhor preço e maior fatia no mercado manauara (Tabela 12.33).

<b>Porte</b>	<b>Preço Médio (R\$)</b>
Micro	130,38
Pequena	129,73
Média	155,68
Total	145,94

Tabela 12.33 – Preço médio do milheiro de tijolos no Pólo Ariaú.  
Fonte: CPRM (este estudo).

### **12.8.1.3 – Pólo Cerâmico Iranduba**

O Pólo Iranduba concentra toda a produção de telhas da região, encontrando-se instaladas apenas duas empresas, uma de pequeno e outra de médio porte.

O pólo produz aproximadamente 16.450 milheiros de peças cerâmicas dos quais 83% é oriundo da média empresa.

O processo produtivo adotado pelas empresas do Pólo Iranduba é o seguinte:

**Extração** – Todas as empresas fazem extração de argila para a utilização na sua produção.

**Preparação da matéria-prima** – As empresas procedem o sazonalamento e homogeneização da matéria-prima nas suas linhas de produção, por meio de equipamentos apropriados.

**Mistura** – Ambas empresas executam a mistura de mais de um tipo de argila (aluvionar e residual).

**Conformação** – Todas as empresas realizam a prensagem para a produção de telhas.

**Tratamento Térmico** – Todas as empresas utilizam a secagem forçada na sua linha de produção. 83% da produção

do Pólo Iranduba é queimada em fornos do tipo “contínuo”, com o restante em forno do tipo “abóbada”.

**Acabamento** – A inspeção é realizada por todas as empresas, existindo ainda a estocagem de seus produtos acabados.

**Entrega** – Todas as empresas entregam seus produtos.

### **Matéria-prima**

Todas as empresas do Pólo Iranduba se utilizam da argila proveniente das aluviões como matéria prima cerâmica, sendo que os barreiros estão localizados próximos a cidade na margem esquerda do Rio Solimões e também de argila residual retiradas praticamente no próprio local das cerâmicas. O consumo anual é estimado em aproximadamente 31 mil metros cúbicos ou 51 mil toneladas.

### **Matriz energética**

A matriz energética utilizada pelo Pólo Iranduba é fornecida pelas Centrais Elétricas do Amazonas - CEAM para o acionamento dos motores do sistema produtivo. A serragem é utilizada para o tratamento térmico (secagem e queima) sendo normalmente oriunda das serrarias de diversas regiões. O consumo desse insumo é estimado em quase 37 mil m<sup>3</sup> anuais de serragem e quase 700 mil quilowatts/hora de energia elétrica.

### **Força de trabalho e produtividade**

Com apenas duas indústrias o Pólo Iranduba gera aproximadamente 158 empregos diretos que correspondem a 29% do total de empregos de todos os pólos cerâmicos da região. Destes, 76 % são gerados pela empresa de médio porte, a qual também detém a maior produtividade, com cerca de 122 milheiros por operário ao ano em razão do seu maior nível de mecanização. A produtividade média do pólo é 108,23 mil peças por operário.

### **Estrutura econômico-financeira**

O investimento fixo, das empresas no Pólo Iranduba, é da ordem de R\$ 2.750.000, 00. A produtividade do capital fixo é de 5,75 mil peças para cada R\$ 1.000,00 investidos.

Todo o pólo apresenta lucratividade (Tabela 12.34), todavia, a média empresa é mais lucrativa.

<b>Avaliação econômica das empresas do Pólo Iranduba</b>	
Parâmetros	%
(=) Faturamento	100,00
(-) Custo Operacional	57,29
- Matéria-prima	7,78
- Energia Elétrica	4,65
- Lenha e seus derivados	6,97
- Pessoal	19,10
- Manutenção	0,79
- Administração/Comercialização	18,00
(=) Lucro Operacional	42,71

Tabela 12.34 – Avaliação econômica do Pólo Iranduba. Fonte: CPRM (este estudo).

### **Comercialização**

A totalidade da produção de telhas do Pólo Iranduba destina-se ao comércio em Manaus. As empresas dispõem de estrutura comercial (escritórios) e transporte próprio, o que lhes garante melhor preço e maior fatia do mercado. O preço médio praticado pelo pólo é de R\$ 304,80/milheiro de telhas (dezembro/2005).

#### **12.8.2 – Região de Manaus**

A região de Manaus não apresenta aglomeração de indústrias de cerâmica estrutural, existindo apenas quatro olarias, contudo, cinco empresas formam um pólo cerâmico artístico familiar na Zona Leste.

A região produz anualmente 2.529,6 mil peças cerâmicas, sendo 9.600 peças de cerâmica artística e 2.520 milheiros de tijolos de 8 furos.

As empresas cerâmicas da região geram um total de 103 empregos diretos, cabendo ao Pólo de Cerâmica Artística 40 empregos e ao Pólo Oleiro 63 empregos.

O maior investimento fixo (máquinas, equipamentos, instalações e edificações) ocorre nas olarias.

##### **12.8.2.1 – Olarias**

Na região de Manaus não há concentração industrial de olarias, existindo apenas quatro micro-empresas dispersas em alguns bairros do município, uma situando-se na Zona Sul e três na Zona Leste. A produção não alcança 2% da produção da região.

O nível de tecnologia das empresas é rudimentar. Não há registro de diferenças tecnológicas entre as olarias. O transporte interno é manual, a secagem é natural e os fornos são do tipo “caieira”. O processo produtivo é realizado da seguinte maneira:

**Extração** - As três olarias situadas na Zona Leste de Manaus extraem argila das margens do rio Amazonas, enquanto que a olaria situada na Zona Sul adquire a argila da região Manacapuru - Iranduba.

**Preparação da matéria-prima** – As empresas não procedem o sazonalamento e homogeneização da matéria-prima nas suas linhas de produção, por desconhecimento.

**Mistura** – As empresas não praticam a mistura de mais de uma argila.

**Conformação** – A extrusão simples é a única forma de conformação empregada pelas olarias da região.

**Tratamento Térmico** – O processo de secagem empregado pelas olarias da região de Manaus é natural. A totalidade da produção do pólo é queimada em fornos do tipo “caieira”.

**Acabamento** – A inspeção é realizada por todas as empresas, não existindo, contudo, a estocagem de seus produtos acabados.

**Entrega** – Nenhuma empresa entrega seu produto.

A Tabela 12.35 sintetiza o processo produtivo do Pólo Cerâmico de Manaus.

### **Matéria-prima**

As empresas do Pólo Manaus utilizam argila proveniente das aluviões do rio Amazonas e de alteração de rochas da Formação Alter do Chão (Pólo Cacau-Pirêra) como fontes de matéria-prima cerâmica. Os barreiros encontram-se distantes das olarias em no mínimo 5,0 km. O consumo anual é estimado em aproximadamente 4.787,43 metros cúbicos ou 7.851,39 toneladas.

### **Matriz energética**

A matriz energética utilizada pelo pólo é fornecida pela Manaus Energia S.A.

<b>Pólo Cerâmico de Manaus (tijolo)</b>	
<b>Número de empresas</b>	<b>4</b>
<b>1 – Extração</b>	<b>75%</b>
<b>2 – Preparação da Matéria-Prima</b>	
Sazonamento	0%
Mistura de argilas	0%
Homogeneização	100%
<b>3 – Conformação</b>	
Extrusão Simples	100%
<b>4 – Tratamento Térmico</b>	
Secagem natural	100%
<b>5 – Queima</b>	
Caieira	100%
<b>6 – Acabamento</b>	
Inspeção	100%
Estocagem	0%
Expedição	0%

Tabela 12.35 – Processo Produtivo das Olarias da região de Manaus.

Fonte: CPRM (este estudo).

para o acionamento dos motores do sistema produtivo. A lenha é utilizada para o tratamento térmico (secagem e queima) sendo normalmente oriunda da sobra de madeira das serrarias, construção civil e embalagens industriais. O consumo desses insumos é estimado em 6,7 mil m<sup>3</sup> anuais de sobras de madeira e 106.381,73 quilowatts/hora de energia elétrica.

#### **Força de trabalho e produtividade**

O Pólo Manaus gera aproximadamente 63 empregos diretos. A maior produtividade de mão-de-obra é verificada em cerca de 43 milheiros por operário ao ano.

#### **Estrutura econômico-financeira**

O investimento fixo, das empresas no Pólo Manaus é de R\$ 460.640, 00 e a produtividade do capital fixo é de 5,47 milheiros para cada R\$ 1.000,00 investidos (Tabela 12.36).

<b>Avaliação econômica</b>	<b>(%)</b>
(=) Faturamento	100,00
(-) Custo Operacional	45,20
- Matéria-prima	6,01
- Energia Elétrica	8,62
- Lenha e seus derivados	20,12
- Pessoal	5,85
- Manutenção	1,60
- Administração/Comercialização	3,00
(=) Lucro Operacional	54,80

Tabela 12.36 – Avaliação econômica das micro-empresas do pólo cerâmico de tijolos da região de Manaus. Fonte: CPRM (este estudo).

#### **Comercialização**

A totalidade da produção de tijolos do Pólo Manaus destina-se ao consumo comunitário ou do bairro. As empresas não dispõem de estrutura comercial uma vez que a produção é bastante tímida. O preço médio praticado pelo pólo é de R\$ 158,19/milheiro (Dezembro/2005).

#### **12.8.2.2 – Cerâmica Artística**

O Pólo Cerâmico Artístico de Manaus tem concentração no bairro São José III, sendo constituído apenas por cinco micro-empresas que respondem por toda a produção, estimada em cerca de 9.600 peças anuais.

O nível de tecnologia das empresas é rudimentar. Não há registro de diferenças tecnológicas entre as empresas. O processo produtivo é realizado da seguinte maneira:

**Extração** – As cinco empresas compram a argila proveniente das margens do rio Amazonas (Região da foz do Puraquequara).

**Preparação da matéria-prima** – O sazonalidade é praticado por um período de poucos meses quando os barreiros não estão inundados, sendo que as empresas realizam a homogeneização da matéria-prima.

**Mistura** – As empresas não praticam a mistura de mais de uma argila.

**Conformação** – A conformação é feita através de tornos elétricos com ajuda do operário.

**Tratamento Térmico** – O processo de secagem empregado é natural. Todas as empresas utilizam forno rudimentar, uma derivação do tipo “paulistinha”, com capacidade máxima de 5 m<sup>3</sup> de peças.

**Acabamento** - A inspeção é realizada por todas as empresas. Há sempre estoque de produtos em atendimento a crescente demanda.

**Entrega** – Nenhuma empresa entrega seu produto.



A Tabela 12.37 sintetiza o processo produtivo do Pólo Artístico Cerâmico de Manaus.

Pólo Artesanal Cerâmico de Manaus	
<b>Número de empresas</b>	<b>5</b>
<b>1 – Extração</b>	<b>0%</b>
<b>2 – Preparação da Matéria-Prima</b>	
Sazonamento	100%
Mistura de argilas	0%
Homogeneização	100%
<b>3 – Conformação</b>	
Torneamento	100%
<b>4 – Tratamento Térmico</b>	
Secagem natural	100%
<b>5 – Queima</b>	
Paulistinha (derivação)	100%
<b>6 – Acabamento</b>	
Inspeção	100%
Estocagem	100%
Expedição	0%

Tabela 12.37 – Processo produtivo do Pólo Artístico Cerâmico de Manaus. Fonte: CPRM (este estudo).

### Matéria-prima

As empresas de cerâmica artística do Pólo Manaus utilizam argila proveniente das aluviões do rio Amazonas como fonte de matéria-prima cerâmica. Os barreiros encontram-se distantes das olarias em no mínimo 5,0 km. O consumo anual é estimado em aproximadamente 500 metros cúbicos ou 819 toneladas.

### Matriz energética

A matriz energética utilizada pelo pólo é fornecida pela Manaus Energia S.A. para o acionamento dos motores do sistema produtivo. A lenha é utilizada para o tratamento térmico (secagem e queima) sendo normalmente oriunda da sobra de madeira das serrarias, construção civil e embalagens industriais. O consumo desses insumos é estimado em 2,5 mil m<sup>3</sup> anuais de sobras de madeira e 40.631,20 quilowatts/hora de energia elétrica.

### Força de trabalho e produtividade

O Pólo Cerâmico Artístico de Manaus gera aproximadamente 18 empregos diretos. A maior produtividade de mão-de-obra do pólo é de 240 peças por operário ao ano.

### Estrutura econômico-financeira

O investimento fixo, correspondente a terrenos, edificações,

máquinas e equipamentos das empresas no Pólo Cerâmico Artístico de Manaus é de R\$ 150.000,00 e a produtividade do capital fixo é de 64 mil peças para cada R\$ 1.000,00 investidos. Todas as empresas têm rentabilidade em função do caráter eventual de funcionamento (Tabela 12.38).

<b>Avaliação econômica</b>	<b>(%)</b>
(=) Faturamento	100,00
(-) Custo Operacional	63,96
- Matéria-prima	0,52
- Energia Elétrica	2,73
- Lenha e seus derivados	6,24
- Pessoal	49,50
- Manutenção	0,47
- Administração/Comercialização	4,50
(=) Lucro Operacional	36,04

Tabela 12.38 – Avaliação econômica das micro-empresas do Pólo Artesanal Cerâmico de Manaus. Fonte: CPRM (este estudo).

### Comercialização

A totalidade da produção de peças de artesanato do Pólo Manaus destina-se ao comércio. As empresas dispõem de pequena estrutura comercial, que por sua vez é proporcional à produção. O preço médio praticado pelo pólo é de R\$ 50,00 (com peças que variam de até R\$ 200,00 a R\$ 0,60).

#### **12.8.3 – Região Careiro da Várzea – Manaquiri – Careiro do Castanho**

Nessa região não há concentração industrial, estando representada por apenas três micro-empresas, sendo uma localizada no Careiro do Castanho e duas em Manaquiri. A produção anual em torno de 500 mil tijolos não atende sequer a demanda local dos municípios.

O nível de tecnologia das empresas é rudimentar e não há registro de diferenças tecnológicas entre as mesmas. O processo produtivo é realizado da seguinte maneira:

**Extração** – As três olarias extraem a argila na própria área do empreendimento. Nessa atividade, utilizam enxadas e pás para a extração e carrinhos-de-mão para o seu transporte.

**Preparação da matéria-prima** – O sazonalidade não é praticado por

desconhecimento. As empresas não procedem com a homogeneização da matéria-prima.

Mistura – As empresas não praticam a mistura de mais de uma argila.

Conformação – A extrusão simples é a única forma de conformação empregada pelas olarias da região.

Tratamento Térmico – O processo de secagem empregado é natural. Todas as empresas utilizam forno do tipo “caieira”.

Acabamento – A inspeção é realizada por todas as empresas, não existindo, contudo, estoque de produtos.

Entrega – Nenhuma empresa entrega seu produto.

A Tabela 12.39 sintetiza o processo produtivo do Pólo Careiro da Várzea – Manaquiri – Careiro do Castanho.

Pólo Careiro da Várzea – Manaquiri – Careiro do Castanho	
Número de empresas	3
1 – Extração	100%
2 – Preparação da Matéria-Prima	
Sazonamento	0%
Mistura de argilas	0%
Homogeneização	0%
3 – Conformação	
Extrusão Simples	100%
4 – Tratamento Térmico	
Secagem natural	100%
5 – Queima	
Caieira	100%
6 – Acabamento	
Inspeção	100%
Estocagem	0%
Expedição	0%

Tabela 12.39 – Processo produtivo da Região do Careiro da Várzea - Manaquiri - Careiro do Castanho. Fonte: CPRM (este estudo).

### Matéria-prima

Todas as empresas do pólo utilizam argila proveniente da alteração de rochas da Formação Alter do Chão como fonte de matéria-prima cerâmica. Os barreiros encontram-se junto às olarias. O consumo anual é estimado em aproximadamente 949,05 m<sup>3</sup>.

### Matriz energética

A matriz energética utilizada na região é aquela proveniente de motor à combustão (diesel) para o acionamento de um único equipamento, a maromba. A lenha utilizada para o tratamento térmico (queima) é oriunda de floresta nativa. O consumo anual desses insumos é estimado em 1,6 mil m<sup>3</sup> de lenha e aproximadamente 450 litros de óleo diesel.

### Força de trabalho e produtividade

O Pólo Careiro da Várzea – Manaquiri – Careiro do Castanho gera aproximadamente 18 empregos diretos. A maior produtividade de mão-de-obra do pólo é de 30 milheiros por operário ao ano.

### Estrutura econômico-financeira

O investimento fixo das empresas deste pólo é de R\$ 45.000,00, segundo seus empresários. Para cada R\$ 1.000,00 de investimento em capital fixo são produzidos onze milheiros anuais. Embora o faturamento total da região seja de apenas R\$ 91.800,00 reais, a rentabilidade bruta é elevada e em torno de 73% (Tabela 12.40).

Avaliação Econômica	%
(=) Faturamento	100,00
(-) Custo Operacional	38,44
- Matéria-prima	5,59
- Energia Elétrica	1,90
- Lenha e seus derivados	23,29
- Pessoal	3,92
- Manutenção	0,74
- Administração/Comercialização	3,00
(=) Lucro Operacional	61,56

Tabela 12.40 – Avaliação econômica das micro-empresas da região Careiro da Várzea – Manaquiri – Careiro do Castanho. Fonte: CPRM (este estudo).

### Comercialização

A totalidade da produção de tijolos do pólo destina-se ao consumo comunitário. As empresas não dispõem de qualquer estrutura comercial. O preço médio praticado pelo pólo é de R\$ 183,78/milheiro (Dezembro/2005).

## 13 – Aspectos Ambientais e Subsídios a Gestão Territorial

### 13.1 Introdução

Os pólos oleiro-cerâmicos de Cacau-Pirêra, Iranduba e Ariaú configuram setores de desenvolvimento para os municípios de Iranduba e Manacapuru e sua expansão tem sido provocado sistematicamente pelo acelerado crescimento urbano da capital Manaus, cujo consumo pelos materiais da área da construção civil, especificamente tijolos e telhas, é um forte indicativo desse dinamismo. Entretanto, se por um lado o desenvolvimento propicia contentamento aos gestores municipal e estadual, por outro lado revela situações de conflito direto com o meio ambiente no que se refere principalmente ao assentamento populacional, localização e disposição dos barreiros onde a argila é extraída e no desmatamento para fins de retirada da vegetação e queima da madeira.

### 13.2 Aspectos Ambientais Relacionados à Lavra

A adequada gestão da exploração mineral está fortemente condicionada à questão ambiental em função das peculiaridades inerentes à mineração e não-observadas em outras atividades econômicas:

*Rigidez locacional* – a exploração acontece somente na área onde exista uma jazida economicamente lavrável;

*Singularidade* – cada lavra requer um estudo e um projeto de desenvolvimento próprio;

*Dinâmica* – a longo da vida útil da jazida, o projeto de lavra é passível de alterações, com prováveis repercussões sobre os impactos ambientais.

Assim, cada empreendimento extrativo mineral deve desenvolver um plano de encerramento de lavra preestabelecido que compreenda ações do uso futuro e a estabilidade física e química da área impactada. O objetivo não é restaurar as condições originais da área, mas assegurar-lhe estabilidade em longo prazo, levando-a a atingir um novo

equilíbrio dinâmico em relação a área de entorno (Batista *et al.*, 1998).

Neste sentido, são observadas comumente nos EIA/RIMA's e PCA's das atividades de lavra mineral da argila da região de estudo, a descrição de medidas mitigadoras, tais como: a) proteção das áreas contra erosão (voçorocas) a partir de trabalhos de recuperação da vegetação dos terrenos, normalmente, com o uso de gramíneas; b) monitoramento das frentes de lavras durante a estação prolongada de chuvas, para averiguar o surgimento de indícios de erosão; c) trabalho de rebaixamento das declividades dos taludes, para evitar a configuração de topografias irregulares (Figura 13.1); d) manejo da camada superficial do solo (rica em material orgânico), com armazenamento para posterior aproveitamento no processo de recuperação da vegetação ao final da lavra; e) aproveitamento das cavas de lavra inativas como tanques para desenvolvimento de piscicultura.



Figura 13.1 – Lavra de argila na região da bacia do rio Ariaú, limite municipal entre Iranduba e Manacapuru (AM).

A lavra caracteriza-se pela remoção do material de cobertura representado pelo solo até atingir-se o principal horizonte a ser extraído, o argiloso. Neste processo são utilizados equipamentos para o desmonte, extração e transporte como pás-carregadeiras, tratores e caminhões basculantes. O desmonte e extração levam invariavelmente à descaracterização morfológica do terreno e no desenvolvimento de taludes, cavas e

depósitos para armazenamento (Figura 13.2). A maioria dos barreiros registra proximidade de rios e igarapés.



Figura 13.2 – Área de lavra da Cerâmica Manauara, Iranduba (AM).

Como a exploração da argila acontece geralmente no período em que os rios apresentam as mais baixas cotas (setembro a dezembro), a grande maioria dos ceramistas estoca a matéria-prima necessária para ser consumida no próximo ano. Durante o período de cheia, grande parte das áreas de lavra torna-se submersas e não possibilitam qualquer atividade no seu interior.

A contaminação do lençol freático pela atividade de lavra (principalmente da argila de alteração usada para fabricação de tijolos), pode ser considerada como baixa ou ausente, já que o nível freático não é atingido, pois inviabilizaria a extração com os equipamentos utilizados na região, (pá carregadeira com pneumáticos) e mesmo porque não é utilizado qualquer produto que venha comprometer a qualidade do aquífero.

Contudo, pela natureza da atividade, a lavra mineral deve exigir ao longo do desenvolvimento do empreendimento até o esgotamento da jazida, a supressão da cobertura vegetal original. Caso não seja realizado de forma contínua o trabalho de manutenção de obras, serviços de drenagem e proteção superficial do solo podem favorecer a atuação de processos erosivos e de assoreamentos.

A lavra de argila em aluviões (para

uso na fabricação de telhas) é realizada por retroescavadeira na margem do Rio Solimões. Como se tratam, normalmente, de áreas inundáveis, alguns aspectos paisagísticos dos barreiros tendem a ser atenuados pela dinâmica natural dos rios na reposição de sedimentos. Embora não se tenham estudos conclusivos, alguns autores descrevem taxas de deposição sedimentar do rio Solimões na ordem de 1 cm/ano. Considerando que a lavra geralmente não desenvolve cavas, cortes ou aterros superiores a 3 metros, estes recursos podem ser caracterizados como naturais renováveis para um período de aproximadamente 300 anos. Destaca-se ainda que estes locais de exploração constituem terraços aluvionares que inclusive podem desaparecer em poucos anos, como também surgir novos terraços de acordo com a dinâmica do rio.

### 13.3 Aspectos Ambientais Relacionados à Indústria Cerâmica

De acordo com dados socioeconômicos apontados no capítulo 4, o pólo cerâmico participa em aproximados 14% na formação do PIB da região de Iranduba – Manacapuru. As olarias, em sua maioria, configuram micros e pequenas empresas, que em geral, estão à margem dos avanços da modernização tanto tecnológica como administrativa.

A indústria cerâmica da região de Iranduba e Manacapuru é a principal do Amazonas e atende o principal mercado consumidor, a capital Manaus e demais sedes municipais dos domínios Baixo Solimões, Médio Amazonas e Baixo Negro.

Como qualquer atividade produtiva, as cerâmicas apresentam uma série de aspectos ambientais que devem ser observados no sentido de se buscar minimizar os impactos ao meio ambiente.

Foi observado que, notadamente nas micro-indústrias cerâmicas da região, o índice de perda do volume de produção é elevado, em alguns casos pode chegar a 30% (Figura 13.3), o que contribui na excessiva geração de resíduos sólidos (chamote).





Figura 13.3 – Detalhe do percentual de perda na produção de tijolos. Micro-indústria localizada no município de Iranduba (AM).

As principais causas desta perda são: a) ausência de ensaios tecnológicos para determinação da composição da massa cerâmica, ou seja, para determinação da mistura de argilas na proporção ideal, pois a má qualidade da mesma é fator determinante para um produto de baixa resistência e com trincas e empenamentos; b) deficiências e precariedade no processo de produção principalmente por ocasião do tratamento térmico, pelo uso de fornos de baixa eficiência, que pode resultar num produto inadequado às normas técnicas; e c) o excesso de manuseio das peças no decorrer do processo produtivo, o deficiente armazenamento e o transporte inadequado do produto (Figura 13.4).



Figura 13.4 – Perda ocasionada por deficiência na gestão da produção e armazenamento do tijolo. Micro-indústria localizada em Manaquiri (AM).

É importante incentivar a reciclagem do material refugado (chamote) que pode ser aproveitado de diversas

maneiras: a) para ser reutilizado no processo produtivo (voltar na própria massa cerâmica) a partir da britagem e moagem; b) para uso em argamassa e concreto (após moagem); c) para uso em estabilização granulométrica de bases e sub-bases de pavimentos, concretos magros, etc. (após britagem). Algumas cerâmicas já vendem no pátio da fábrica o m<sup>3</sup> do chamote ao preço médio de R\$ 10,00 o de tijolo e R\$ 5,00 o de telha.

Principalmente as micro-indústrias do setor cerâmico, carecem de uma política de socialização de procedimentos e de incentivo e capacitação aos processos cerâmicos mais avançados e de tecnologias que configurem redução de perda de produção.

Outro fato importante está na ação de minimizar a geração de efluentes gasosos oriundos das queimas dos fornos. Para tal é necessária a utilização de filtros, condição importante para sustentabilidade. Além disto, é imprescindível investimento em fornos mais eficientes (abominar o tipo caieira) e na otimização do processo produtivo.

Existe a perspectiva de mudança da matriz energética, de base vegetal (lenha e derivados) por gás natural, que será disponibilizado na região de Iranduba e Manacapuru imediatamente após a conclusão do gasoduto Coari-Manaus prevista para março de 2008. A possibilidade de troca do insumo, biomassa de origem vegetal por gás natural, exigirá investimento na adaptação e construção de novos fornos e secadores além de outros implementos. Evidentemente o uso do gás natural influenciará diretamente no processo de homogeneização da queima (melhorando a qualidade do produto), e praticamente, minimiza a valores insignificantes a geração de efluentes gasosos.

Os ceramistas já denotam preocupação com relação ao uso de lenha para consumo dos fornos, e buscam alternativas para minimizar e conseqüentemente diminuir o desmatamento na região, como:

A utilização da serragem (resíduo de serrarias da região) e de palete do Distrito Industrial de Manaus, como insumo da queima;

A parceria entre alguns ceramistas e a EMBRAPA, no plantio de composições arbóreas para produção de lenha, em projetos de reflorestamento das áreas lavradas, e em projetos de identificação de espécimes botânicos com poder calorífico para o aproveitamento em fornos (Figura 13.5). Estes estudos vêm recebendo o apoio da FAPEAM, devendo ser ampliados, tendo em vista o alcance ambiental de seus resultados pela diminuição da pressão sobre as reservas de floresta nativa existentes.

Outros dois aspectos devem ser ressaltados na condução da gestão sustentável da indústria cerâmica na região do estudo: o transporte dos produtos ao mercado consumidor e os recursos humanos que trabalham nas cerâmicas.

O transporte de tijolos em grande parte ainda é feito de forma inadequada, notadamente, trafegando sem lona, mesmo com todo o esforço da fiscalização. Além de oferecerem perigo aos outros veículos durante o trajeto, é comum ocorrer o aumento da perda ocasionada pela quebra do tijolo ou queda devido ao mau acondicionamento.

### 13.4 Implicações na Transformação da Matriz Energética nas Indústrias Cerâmicas

#### 13.4.1 O Gás Natural (GN)

O gás natural (GN) é um combustível fóssil encontrado em rochas arenosas que foram depositadas em algumas bacias sedimentares, podendo estar associado ou não ao petróleo. Sua formação resulta do acúmulo de energia sobre matérias orgânicas vegetais soterradas há muitos milhões de anos e a grandes profundidades. É composto por gases inorgânicos e hidrocarbonetos saturados, predominando o metano e, em menores quantidades o propano e o butano, entre outros. Geralmente apresenta baixos teores de contaminantes como o nitrogênio, dióxido de carbono, água e compostos de enxofre. O gás natural permanece no estado gasoso, sob pressão atmosférica e temperatura ambiente. Mais leve que o ar, o GN dissipa-se facilmente na atmosfera em caso de vazamento. Para que se inflame, é preciso que seja submetido a uma temperatura superior a 620°C. A título de comparação, vale lembrar que o álcool se inflama a 200°C e a gasolina a 300°C. Além disso, é incolor e inodoro, queimando com uma chama quase imperceptível. Por questões de segurança, o GN comercializado é odorizado com enxofre.



Figura 13.5 – Projeto Experimental no Iranduba de produção de Acácia (A) e de bambu (B) para uso na forma de lenha. Parceria entre EMBRAPA, SUFRAMA e FAPEAM.



Entre as principais vantagens na sua utilização destaca-se a econômica: para obter o mesmo desempenho de qualquer quantidade de gás, o gasto em dólares é 10% maior com óleo combustível e 85% maior com óleo diesel industrial, desconsiderando nesses valores os custos de transporte, estocagem e distribuição, que no caso do gás natural são bem mais baixos. Além dos benefícios econômicos, o GN é um combustível não-polvente. Além disso, tem importância na preservação do meio ambiente. Sua combustão é limpa, razão pela qual dispensa tratamento dos produtos lançados na atmosfera.

O gás não-associado é aquele que, no reservatório, está livre ou junto a pequenas quantidades de óleo. Neste caso, só se justifica comercialmente produzir o gás. As maiores ocorrências de gás natural no mundo são desse tipo, em cuja Região Amazônica encontra-se o gás do Juruá.

O gás natural pode substituir o óleo e a lenha, dentre outros, utilizando turbinas para gerar eletricidade.

#### **13.4.2 Gasoduto Coari – Manaus**

O gasoduto Coari – Manaus, que terá capacidade para transporte de até 10,5 milhões de m<sup>3</sup>/dia de gás natural (Mannarino, R. P., 2005), tem por meta impulsionar o desenvolvimento do Pólo Industrial de Manaus, o qual responde por quase 70% do PIB do Amazonas. Objetivará ainda a expansão do parque gerador de energia termelétrica, substituindo ainda parte da gasolina consumida por veículos.

O gasoduto Coari – Manaus nos seus 397 km de extensão favorecerá centenas de comunidades dos municípios de Coari, Codajás, Anori, Anamá, Caapiranga, Manacapuru e Iranduba. Sua passagem pela região de Iranduba e Manacapuru também possibilitará o estímulo à geração de renda e sustentabilidade econômica, promovendo assim a descentralização econômica do Estado. De importância estratégica, o gás natural deverá ser consumido, em grande parte, por termoelétricas convertidas de

óleo para gás e que revelam economia e sensível redução em impacto ambiental.

Além desses benefícios econômicos e de investimentos às comunidades localizadas na área de influência do projeto (água e esgoto, habitação, lazer, centro comunitário, saúde, educação, comunicação, transporte, etc.), contemplará o setor industrial e cerâmico da região ao gás natural, possibilitando torná-lo competitivo e facilitando à verticalização industrial através de incentivos a programas para o desenvolvimento de Arranjos Produtivos Locais – APL, principalmente aqueles em base mineral.

#### **13.4.3 Implicações para o Uso do Gás Natural pelo Setor Cerâmico da Região**

Utilizado como combustível, o GN proporciona uma queima uniforme e combustão limpa, isenta de agentes poluidores, ideal para processos que exigem a queima em contato direto com o produto final, como é o caso da indústria cerâmica. Por permitir melhor controle da combustão proporciona uma queima mais uniforme das peças cerâmicas, o que resulta na melhoria da qualidade do produto final: Característica visual; Características geométricas (NBR 7171) - espessura da parede, planeza das faces e forma; Características mecânicas e físicas (NBR 8947 e NBR 6461) - absorção de água, resistência a compressão. Consequentemente o índice de perda torna-se bem mais baixo (1 a 2%), além de redução do custo de produção em alguns itens como: manutenção - requer menos trabalho; redução de pessoal - notadamente de abastecedores, queimadores e de manutenção. Obrigatoriamente também implicará em aumento da produção.

A substituição da matriz energética de lenha para gás implicaria ainda em: redução de desmatamento; redução da emissão de CO<sub>2</sub> (efeito estufa) e SO<sub>2</sub> e NO<sub>2</sub> (chuva ácida); redução da área de armazenamento; e menor custo de estocagem (CTGAS 2004).

Existe, porém algumas limitações ao uso do GN pelos ceramistas da região:

Razões econômicas principalmente - custo da lenha em relação ao custo do gás; Custo de implantação (projeto, tubulações e acessórios, queimadores, sistema de segurança, etc.); Investimento em fornos (o GN é inapropriado em forno reversível) e secadores; e Incerteza do mercado do gás (oferta e custo). Carência de profissionais habilitados.

Para obtenção de dados mais concretos para um estudo comparativo de custo do GN x Lenha exclusivo ao processo de queima nas indústrias cerâmicas estruturais, deve ser levado em conta o tipo e dimensão do forno (eficiência e capacidade de produção), o poder calorífico do GN e da lenha utilizada e respectivos custos na região.

A Tabela 13.1 mostra um quadro comparativo de consumo e custo de lenha e gás baseado em informações de ceramistas. Por esse quadro o preço do GN deveria custar R\$ 0,225 o m<sup>3</sup> para equiparar ao custo da lenha, considerando-se o consumo em forno túnel (mais eficiente), pois o uso do gás em forno reversível não é viável segundo a experiência de alguns ceramistas do Rio Grande do Norte. Avaliou-se em R\$ 0,60 o preço do m<sup>3</sup> do gás com base na média dos preços praticados em diversas regiões do país sem levar em conta subsídios (preços em R\$ praticados em 2005: CE = 0,52; PE = 0,59; PR = 0,89; SP = 0,70; SC = 0,67 e RN = 0,50).

Tipo de forno	Consumo médio (m <sup>3</sup> /milheiro)		Custo da lenha (R\$ 18,00/m <sup>3</sup> )	Custo do gás (R\$ 0,60/m <sup>3</sup> )
	lenha	gás		
Paulistinha ou Abóbada	2 a 2,5	90 a 100	36,00 – 45,00	54,00 a 60,00
Hoffman	0,8 a 1,0	60	13,71 a 17,14	36,00
Túnel	0,5	40 a 50	8,57	24,00 a 30,00

Tabela 13.1 – Consumo e custo de lenha x Gás com base nas informações coletadas por este projeto junto a ceramistas do Amazonas, Rio Grande do Norte e São Paulo.

Na região o preço do metro cúbico da lenha tem variação de acordo com o tamanho e a forma de entrega: lenha rachada – R\$ 14,00; lenha grossa – R\$ 10,00 (só para caieira); lenha fina – R\$ 12,00; lenha misturada – R\$ 12,00. Considerando o preço médio de R\$ 12,00/m<sup>3</sup> e que segundo os ceramistas a quantidade paga por 1m<sup>3</sup>, na realidade corresponde apenas a 60% a 70% do m<sup>3</sup>, estimou-se o preço médio da lenha em R\$ 18,00/m<sup>3</sup>.

Considerando o consumo médio de um forno do tipo Hoffman de 60 m<sup>3</sup> de gás ou 0,9 m<sup>3</sup> de lenha por milheiro de peças, equivale um custo de R\$36,00 (R\$0,60/m<sup>3</sup>) de gás para R\$16,20 (R\$18,00/m<sup>3</sup>) de lenha, o que significa que para o custo do gás ser equiparável ao da lenha, o m<sup>3</sup> desta teria que ultrapassar os R\$ 40,00 ou ainda R\$ 48,00 se for considerado o forno túnel, que é o mais indicado para utilização do gás. Esta é uma avaliação simples envolvendo apenas o custo da matriz

energética, evidentemente outros fatores redutores de custos e parâmetros de qualidade devem ser considerados.

Apresenta-se a seguir algumas outras informações a respeito de custos e de produção para a implantação de matriz energética a gás:

- Custo aproximado de tubulação para implantação de uma rede de distribuição de gás - U\$ 25,00 a 30,00/pol/m ou ainda U\$ 50-60/2 pol/m de tubulação (Néri, J.T.C.F., com. pess. - CTGÁS);

- No consumo de gás o pagamento é por energia gerada (kcal) e não por m<sup>3</sup> de gás, por conseguinte deve ser levada em conta a eficiência calórica (Kcal/m<sup>3</sup>) do gás a ser utilizado (o que tem mais nitrogênio gera menos combustão);

- 1m<sup>3</sup> lenha ou 175 m<sup>3</sup> gás - 1 milheiro de telha (Média nacional avaliada pela PETROBRAS);

- 1m<sup>3</sup> de gás → 9.000 a 9.400 kcal;
- Forno túnel (110m), 12 bicos, com produção de 2.400 a 2.800 peças/hora (60.000 peças diárias): Investimento necessário da ordem de R\$ 800.000,00 a R\$1.600.000,00 (informação de ceramistas do Rio Grande do Norte).

Informações da experiência do CTGÁS no Rio Grande do Norte no estudo para conversão de fornos cerâmicos para gás natural (Néri *et al*, 2000):

- ✓ 1 m<sup>3</sup> lenha = 340 kg;
- ✓ Poder calorífico (médio) da lenha = 2.527,2 kcal/kg lenha;
- ✓ Poder Calorífico Superior do gás natural = 9.400 kcal/m<sup>3</sup> GN @ 20 °C e 1 atm;
- ✓ A eficiência de consumo energético foi cerca de 45% mais baixo no forno reversível retangular convertido para gás que com a lenha (497,37 kcal contra 906,13 Kcal por kg do produto queimado);
- ✓ Consumo estimado da massa energética por fornada (16 mil tijolos): 1.609 m<sup>3</sup> de GN (equivalente a 100 m<sup>3</sup>/milheiro) ou 32 m<sup>3</sup> de lenha (equivalente a 2 m<sup>3</sup>/milheiro).

Considerando-se o custo subsidiado do GN no Rio Grande do Norte a R\$ 0,35/m<sup>3</sup> e o da lenha a R\$ 8,00/m<sup>3</sup> (informação de 2005), o preço da lenha teria que ultrapassar a R\$ 35,00 o valor do m<sup>3</sup> naquela região, para equiparar o custo do consumo de GN ao de lenha.

Em 2004, a Embrapa Amazônia Ocidental (em parceria com a SUFRAMA e a FAPEAM), firmou convênio com duas indústrias cerâmicas do município de Iranduba, para a realização de um estudo de espécies adequadas para a produção florestal com fins energéticos. Segundo Souza & Lima (2005), os resultados experimentais mostraram que as espécies de *Acacia* spp. apresentaram melhor desempenho no crescimento em altura e

diâmetro (poder calorífico da espécie é de 4.800 a 4.900 kcal/kg). Segundo ainda estes pesquisadores da EMBRAPA, o setor oleiro da região consome em média 3,3 estéreos de lenha por milheiro de tijolo produzido e que este consumo se reduziria para 0,8 estéreos com uso da lenha de *Acacia* spp., do que se deduz que estas espécies apresentam uma eficiência superior a 300% em relação a lenha comumente usada na região, praticamente reduziria em 75% a quantidade de lenha queimada. A utilização desta tecnologia resultaria na eliminação da prática predatória de desmatamento para este fim e geraria um fornecimento regular deste insumo, nos municípios produtores de cerâmica estrutural.

No presente estudo foi estimado o consumo médio de lenha em 2,1m<sup>3</sup> por milheiro de peça cerâmica estrutural.

São indiscutíveis as vantagens da utilização do gás natural, embora ainda não seja devidamente aproveitado pela grande maioria das cerâmicas do país que produzem tijolos, por questões aparentemente econômicas (de momento).

O Gás Natural só seria viável economicamente para produto de alto valor agregado, produto mais nobre e diferenciado (piso, revestimento, telha esmaltada, bloco estrutural, etc.). Para que o GN possa ser utilizado pelos ceramistas desta região é necessária uma adequação tecnológica do processo produtivo das indústrias (investir em forno, secador, automatização, etc.), além da diversificação de produtos. Hoje pouquíssimas cerâmicas estariam aptas para promover a mudança para gás natural da matriz energética.

Neste sentido, é importante que se consolide a proposta da construção de dois pontos de acesso ao gás natural, localizados, um, na sede de Iranduba, e outro, no Distrito Industrial do Cacau-Pirêra. Mesmo que o estudo de economicidade do uso do gás natural na indústria cerâmica indique a sua viabilidade somente a partir de elevados subsídios fiscais, a possibilidade de acesso a este insumo abre perspectivas interessantes à atração de novos investimentos na região.

### 13.5 Subsídios à Gestão Territorial da Área do Estudo

A Figura 13.6 exibe a distribuição geográfica dos terrenos de relevante interesse mineral.

Importantes depósitos de argila encontram-se na região de Manacapuru e Iranduba, em áreas ao longo da AM-70, como no distrito de Cacau-Pirêra e região do rio Ariaú, e em várzeas do rio Solimões, como em Iranduba. Toda a produção de tijolos e telhas voltam-se para as argilas extraídas dessas áreas.

O gradativo crescimento populacional dos municípios e conseqüente expansão urbana na proximidade dos pólos cerâmicos de Cacau-Pirêra, Ariaú e Iranduba revela a necessidade de programas de gestão que possibilitem minimizar a pressão advinda dessa ocupação, quer aquela espontânea como aquela atrelada às necessidades de crescimento e que tem nas políticas públicas seu principal mentor.

Deste modo, atenta-se para a criação de um Distrito Mineiro-Industrial na região Iranduba (Área I da Figura 13.6), cuja área com potencialidade à extração de argila, deve manter-se foco de demanda e extração sustentável pelo pólo cerâmico.

Estudos efetuados pelo Laboratório de Mecânica dos Solos da Faculdade de Engenharia Civil da UFAM, coordenados pela Profa. Dra. Consuelo Frota, em argilas oriundas destes depósitos às margens do Solimões, mostraram excelentes resultados para um produto calcinado, que pode ser utilizado em bases de pavimentos asfálticos e em agregados de concreto. Tal fato pode levar ao desenvolvimento de uma indústria de argila calcinada na região da sede de Iranduba.

Outra área proposta dentro do município de Iranduba é a criação do Distrito Mineiro-Industrial de Cacau-Pirêra, (Área II da Figura 13.6). Historicamente, a ocupação dessas áreas pelo setor deu-se a partir da proximidade do porto em Cacau-Pirêra e eixo da AM-70 e pelas condições geológicas favoráveis à concentração da argila utilizada pelas cerâmicas e cuja extração é facilitada pelo quase inexistente capeamento estéril.

O quadro ocupacional atual envolve aglomerados urbanos provenientes de invasão, além de loteamentos realizados pela prefeitura e assentados inadequadamente sobre as reservas de argilas, responsáveis pela extração e produção de tijolos do setor (Figura 13.7). A maior parte das áreas sofre a influência do período das cheias do rio Negro, tornando-se, deste modo, imprópria ao investimento em saneamento e ocupação.

Existe grande apreensão por parte dos ceramistas no sentido de evitar a ocupação das áreas de lavra por invasões, facilitadas pelo acesso por rodovias e ramais existentes. Os oleiros temem perder suas propriedades e reservas de argila, pela ausência do Estado no controle do crescimento urbano local.

A criação de um Distrito Mineiro-Industrial assegura uma área para extração sustentável de argila e reconduz o foco de crescimento urbano para áreas de terras firmes. A retirada das populações que atualmente ocupam áreas com potencialidade para a argila requer um projeto habitacional de casas populares (numa parceria entre a Prefeitura e as próprias indústrias cerâmicas desse pólo) a ser implantado em terrenos próximos, contudo, adequado à realidade do setor cerâmico.

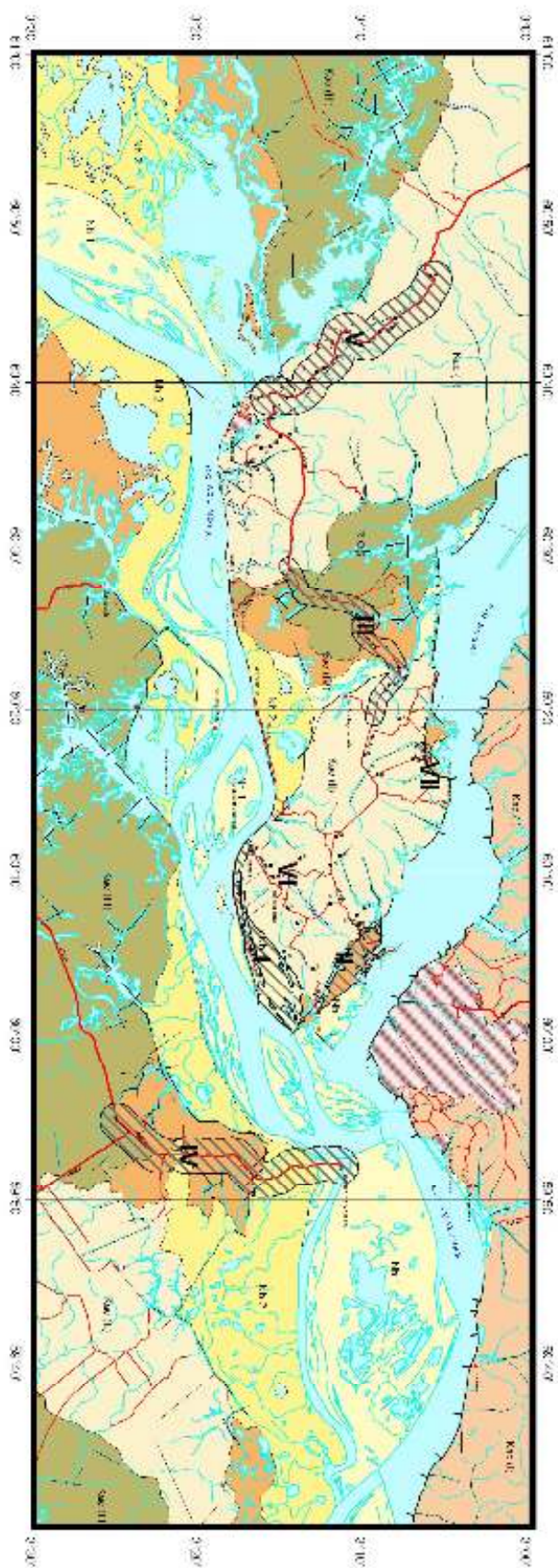


Figura 13.6 – Subsídios à gestão territorial da área de estudo. Delimitação de terrenos de relevante interesse mineral.

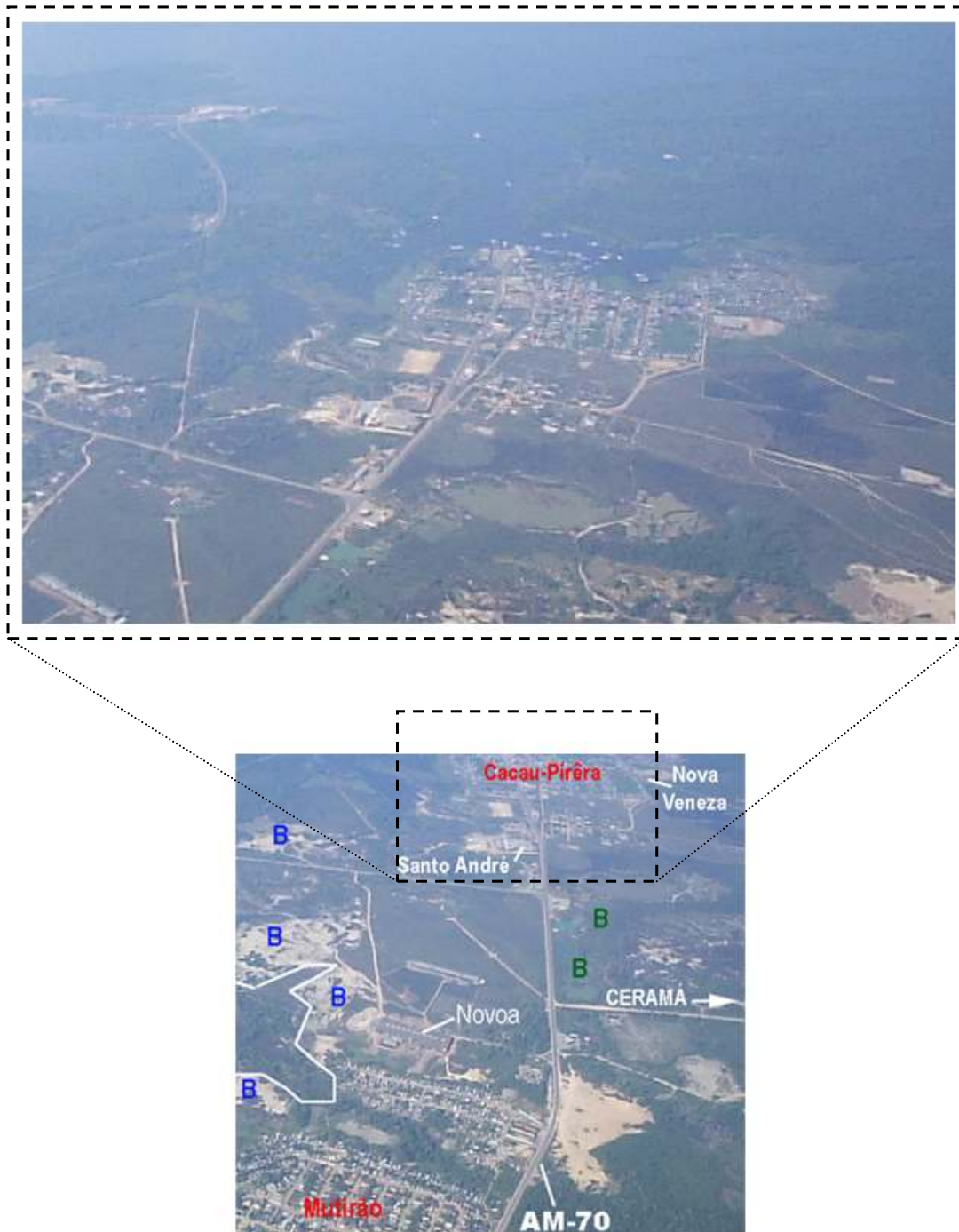


Figura 13.7 – Localização de algumas indústrias cerâmicas, de barreiros antigos abandonados (B) e atualmente explorados (B) e a situação de áreas com loteamentos instalados sobre depósitos de argila. Distrito do Cacau-Pirêra, Iraduba (AM).



É possível aventar um consórcio com participação exclusiva do setor cerâmico para uma área única de lavra para argila, grupo este que deve ser organizado pelo Sindicato ou Associação dos Oleiros e que tenha a devida anuência da prefeitura de Iranduba para não permitir outras atividades econômicas incompatíveis nas áreas destinadas para o desenvolvimento da lavra de argila. Na prática, esta atividade já acontece de modo informal entre os ceramistas na forma de escambo de serviços de extração e transporte da matéria-prima e de produtos, contudo, dificulta o controle de produção, da lavra, da área fonte e da responsabilidade pela recuperação da área degradada.

É importante que a região receba com brevidade investimentos para um novo porto em resposta a política de desenvolvimento em infra-estrutura e turismo regional. Torna-se uma grande iniciativa e oportunidade consorciar a estes investimentos um programa de recuperação paisagística e urbanística da região de Cacau-Pirêra.

Outro pólo que se identifica como de relevância ao setor cerâmico encontra-se na bacia hidrográfica do rio Ariaú (Área III da Figura 13.6), localizada nos limites entre os municípios de Iranduba e Manacapuru. É observada a concentração de olarias ao longo da AM-70. O desafio dessa região está no bom desenvolvimento da atividade cerâmica com o turismo local e que se acerca da bacia do rio Ariaú. Além da presença de hotéis de selva, a região apresenta exuberantes paisagens cênicas. Portanto, no contexto da atividade de licenciamento ambiental dos empreendimentos mineiros na referida bacia, deve ser monitorado o pleno cumprimento do programa de recuperação paisagística daquelas áreas onde ocorrem a lavra.

### **13.6 Programas de Recuperação e Uso Futuro das Áreas Lavradas**

A partir da criação em 1981 da Lei 6.938 que estabelece a Política Nacional do Meio Ambiente, atenção têm sido

reforçada às questões que trabalham com as atividades mineiras e aquelas relacionadas ao meio-ambiente, principalmente na Região Amazônica que naturalmente centraliza o foco às discussões sobre atividades desenvolvidas no passado e que ainda permanecem e que têm levado à degradação e desmatamento de extensas áreas verdes.

Salvador & Miranda (2002), citando Kopezinski (2000), apontam para a mineração como uma das atividades mais primitivas exercidas pelo homem, cujo alicerce é a própria fonte de sobrevivência, além da produção de bens sociais e industriais. Como atividade extrativa, a mineração exercida sem técnicas adequadas e sem controle, pode deixar um quadro de degradação oneroso na área que a abriga. A atividade mineral requer, para seu êxito, cuidadoso planejamento a partir do conhecimento efetivo da situação, a adoção de tecnologia evoluída e o restabelecimento das condições anteriores encontradas ou recomendadas.

Todo ato de minerar, tanto a céu aberto como subterrâneo, modifica o terreno no processo da extração mineral e de deposição de rejeitos. O bem mineral extraído não retorna mais ao local, permanecendo em circulação e servindo ao homem e às suas necessidades. Sob o aspecto da degradação há que se enfatizar que o ambiente deve e pode ser reestruturado de forma racional, de forma a reduzir os efeitos impactantes em um curto período de tempo. A reestruturação ambiental deve estar contida no processo de planejamento mineral, durante e após o término da atividade exploratória no local de lavra.

A implantação de um programa de recuperação de uma área tem como objetivo minimizar ou eliminar os efeitos adversos decorrentes das intervenções e alterações ambientais inerentes ao processo construtivo e à operação do empreendimento, as quais são potencialmente geradoras de fenômenos indutores de impactos ambientais que manifestar-se-ão nas áreas de influência do empreendimento.

De acordo com Salvador & Miranda (2002), em um projeto de recuperação de áreas é necessário avaliar algumas questões como as que se seguem:

- a) Análise da região fitogeográfica;
- b) Seleção, mensuração e definição para uso futuro;
- c) Análise da vegetação;
- d) Análise topográfica;
- e) Análise físico-química do solo;
- f) Recomposição do terreno;
- g) Preparo e correção do solo para plantio;
- h) Seleção de espécies vegetais a serem introduzidas;
- i) Aquisição/produção de mudas;
- j) Atividades de plantio;
- k) Manutenção dos plantios.

O acompanhamento nas atividades de extração e recuperação das lavras para argila, areia, cascalho e brita deve ser realizado sistematicamente pela secretaria de meio-ambiente da prefeitura, cuja atividade tem sua autorização nos limites do município; pelo Instituto de Proteção Ambiental do Amazonas – IPAAM que é o órgão responsável pela licença ambiental, e pelo Departamento Nacional de Produção Mineral – DNPM, cuja responsabilidade recai na concessão do direito da lavra mineral.

O desafio do desenvolvimento sustentável das atividades de mineração passa pelo entendimento dos diversos impactos relacionados ao período de exaustão das reservas, notadamente, pela necessidade da recuperação paisagística destas áreas, ou, pela análise do uso futuro dos terrenos lavrados.

Recente trabalho orientado pelo Departamento Nacional de Produção Mineral – DNPM junto a olaria Manaus, localizada no km 43 da rodovia estadual AM-070, município de Manacapuru, de propriedade do Empresário Francisco Belfort, desenvolve um projeto de piscicultura em tanques aproveitando as cavas abertas pela atividade de extração

da argila (Figura 13.8). Estes projetos de piscicultura constituem-se em atividade econômica importante para o aproveitamento das áreas de lavra desativadas.



Figura 13.8 – Projeto de piscicultura em tanques desenvolvido em áreas de lavra desativadas. Rodovia Estadual AM-070, km 43, Manacapuru (AM)

Todo projeto de extração de bem mineral, ao receber a licença ambiental e de concessão do direito de lavra, é responsável pela recuperação ambiental das áreas degradadas pela lavra, cabendo aos poderes municipais, estaduais e federais competentes a fiscalização destes direitos e deveres.

### 13.7 Desenvolvimento Sustentável da Indústria Cerâmica

A análise histórica da produção oleira na região de estudo registra mais de 50 anos de produção de tijolos e telhas.

Em um trabalho conjunto da Divisão de Monitoramento do Território do Sistema de Proteção da Amazônia – SIPAM e do Laboratório de Geoprocessamento da Superintendência Regional de Manaus da CPRM foram interpretadas imagens de sensores remotos com cenas de 1973, 1992 e 2004, com foco no estudo da relação entre áreas de desmatamento e a produção oleira local (Figuras 13.9 e 13.10).

1973



Classificação\_1973  
■ agua  
■ Area Urbanas  
■ Uso\_ocupação  
■ Vegetação



L1mss\_248062-247062\_07071973-11081973\_gg

Figura 13 9 – Identificação de áreas desmatadas (sem cobertura floresta nativa) a partir da imagem de satélite *LANDSAT 1mss\_248062-247062\_07071973-11081973*, Municípios de Iranduba e Manacapuru.

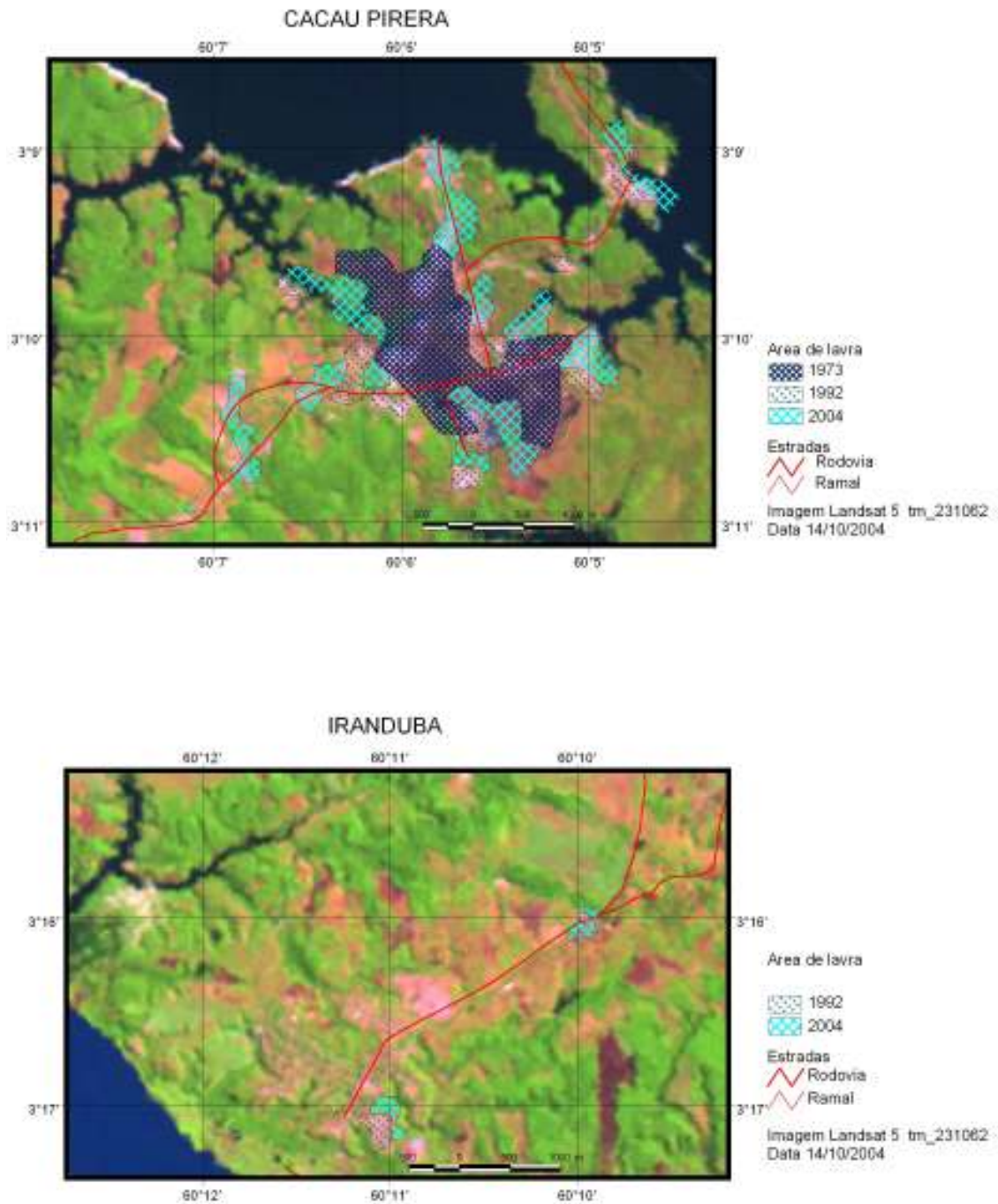


Figura 13.10 – Detalhe do crescimento histórico das áreas desmatadas relacionadas à lavra de argila no Distrito de Cacau-Pirêra e na sede do Município de Iranduba.

Este estudo tomou como referência a área de influência direta das lavras de argila, delimitada por um polígono irregular de 1.716,141 km<sup>2</sup> formado a partir das margens direita e esquerda, respectivamente, dos rios Negro e

Solimões e, no limite oeste, na região da bacia do rio Ariaú, nos municípios de Iranduba e Manacapuru.

A Tabela 13.2 a seguir apresenta um resumo das informações fotointerpretadas:

Ano	AD (km <sup>2</sup> )	AL (km <sup>2</sup> )	AD/AT (%)	AL/AT (%)	AL/AD (%)
1973	49,93	2,01	2,91	0,12	4,03
1992	507,11	3,20	29,55	0,19	0,63
2004	449,16	5,43	26,17	0,32	1,21
<i>AD – Área desmatada    AL – Área de lavra da argila    AT – Área total do estudo = 1716,141 km<sup>2</sup>.</i>					

Tabela 13.2 – Correlação espacial das áreas de lavra da argila e áreas sem cobertura florestal nativa.

Os valores apresentados confirmam a relação direta entre o desenvolvimento da atividade de mineração e a conservação da cobertura florestal nativa local.

Tal fato ressalta a hipótese, dentre as atividades econômicas existentes na Amazônia, serem a mineração e o pólo industrial de Manaus - PIM as que melhor desempenham o papel do desenvolvimento sustentável regional, gerando economia a um baixo custo de perda da Floresta Amazônica.

Mas, como explicar um crescimento do desmatamento observado nas décadas de 70 e 80, superior a 1000%, e na década de 90, uma recuperação da cobertura florestal em cerca de 11%?

Diversos fatores influenciam a taxa de desmatamento observado na região de estudo: a dinâmica do crescimento urbano nos municípios (novos loteamentos e bairros); o desenvolvimento de programas públicos de assentamentos fundiários; a valorização dos terrenos como sítios de veraneio para população residente na capital Manaus; e a produção de lenha como insumo a indústria da cerâmica vermelha.

Este estudo buscou então analisar o impacto da produção de lenha, como fator do processo de desmatamento regional. Hipoteticamente, utilizou como parâmetros: o consumo anual estimado de lenha de cerca de 268,8 mil m<sup>3</sup>/ano; um tempo contínuo de 40 anos, considerando a mesma demanda atual; e uma

capacidade de produção de 400m<sup>3</sup> de lenha por hectare das florestas locais. Alcançou-se um valor total histórico de desmatamento para produção de lenha da ordem de 26.880 hectares (268,8km<sup>2</sup>), equivalente a 59,8% da área desmatada observada em 2004.

Este estudo considera o percentual de 59,8% encontrado como limite máximo da relação entre o desmatamento e a produção de lenha. Certo é que a política ambiental de substituição do insumo lenha natural praticada no pólo cerâmico estudado diminuirá sensivelmente os impactos ambientais sob a cobertura florestal nativa. A recuperação das áreas degradadas na forma de capoeiras e florestas secundárias também é observada e pode ser um dos fatores que caracterizou nesta última década a recuperação de cerca de 11% da área em foco.

### 13.8 Ações Futuras - Programas de Desenvolvimento e Detalhamento

Como política de desenvolvimento ao pólo industrial cerâmico de Manacapuru e Iranduba está o avanço e detalhamento das pesquisas voltadas às ocorrências das argilas caulínicas (branca). A opção de sustentabilidade econômica para o setor volta-se ainda para estas novas ocorrências (afloramentos situados as margens da AM-352, rodovia que liga Manacapuru a Novo Airão - Área V da Figura 13.6) detectadas por este estudo (Figura 13.11), e seu futuro emprego na fabricação de azulejos, na cerâmica branca (para sanitários e copa e cozinha), além de outras utilidades.





Figura 13.11 – (A) Horizonte caulinitico observado na margem da Rodovia Estadual AM-352, limite dos municípios de Iranduba e Manacapuru. (B) Detalhe do nível caulinitico.

Por outro lado, deve ser dada atenção às ocorrências de argila qualificada à confecção de tijolos e telhas na BR-319 (Manaus – Porto Velho) e cuja área reúne os municípios do Careiro da Várzea, Manaquiri e Careiro do Castanho ao longo daquela rodovia (Área IV da Figura 13.6). Os resultados do estudo apontam perspectivas de sustentabilidade econômica e de investimentos para novos pólos oleiros que ali se estabeleçam. Estas características ampliam-se com a recuperação da BR-319.

Existem importantes depósitos de areia (Figura 13.12) ao longo da rodovia AM-352 (Manairão), na proximidade dos limites intermunicipais de Iranduba, Manacapuru e Novo Airão (Área V da Figura 13.6). É possível o estabelecimento de um consórcio entre as prefeituras e empresários para seu licenciamento ambiental e extração sustentável.



Figura 13.12 – Areais observados ao longo da rodovia AM-352.

As ocorrências de Arenito Manaus, utilizado regionalmente como agregado (brita) na indústria da construção civil, são mais restritas e geralmente ocorrem aflorando nas proximidades da margem direita do rio Negro quase que exclusivamente no município de Iranduba.

Outros depósitos importantes são as piçarreiras (Áreas IV e V da Figura 13.6), utilizadas na pavimentação e manutenção dos ramais da malha rodoviária estadual. A exploração estratégica destes depósitos, mesmo que por parte das secretarias de obras das prefeituras deve ser realizado com a anuência dos órgãos responsáveis pelo licenciamento mineral e ambiental.

Alguns destes recursos minerais podem estar situados em Áreas de Proteção Permanente – APP's, o que não é impeditivo de mineração, desde que sejam considerados como bem de utilidade pública e com fins sociais, portanto, permitindo licenciamento ambiental da atividade de extração mineral no interesse das comunidades e municípios envolvidos.

É necessário, porém que sejam cumpridas todas as exigências dispostas no art. 7 da resolução n° 369 do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA, de 28 de março de 2006, que possibilitam a intervenção ou supressão de vegetação em APP's para extração de substâncias minerais.



As Associações, Cooperativas e indicatos do Setor Mineral constituem um papel importante para o desenvolvimento da agenda positiva da mineração. Quando o setor está organizado, buscando de maneira coletiva alcançar seus objetivos, os resultados fluem mais rápidos, tendo em vista o poder político destas representações. A atividade de extração de argila, poderia ser realizada através de cooperativas, associações ou consórcios reunindo principalmente micros e pequenas indústrias cerâmicas, com possibilidade de concentração em apenas alguns pontos nos respectivos pólos, bem como a criação de centrais de massa cerâmica, visando a diminuição de impactos e sustentabilidade (ambiental e econômica) deste setor produtivo, além de favorecer um melhor controle da arrecadação pública e da recuperação das áreas degradadas pela atividade de lavra.

O Ministério de Minas e Energia possui programas que estimulam o cooperativismo e associativismo, no desejo pleno do desenvolvimento das minerações de pequeno e médio porte, com socialização das informações tecnológicas e ações de diversificação e verticalização dos produtos.

A designação de Pólo Cerâmico exige uma política de desenvolvimento regional do setor, que ainda é incipiente. Assim, dentro das ações desenvolvidas pelo MME no Programa Brasil Um País de Todos, em parceria com o Governo do Amazonas e prefeituras, discute-se a ampliação do Projeto Materiais de Construção aos municípios do Médio e Baixo Amazonas, no sentido de dar maior pujança a este segmento da economia.

## 14 – Conclusões e Recomendações

### 14.1 Conclusões

#### 14.1.1 Sobre o Estudo Geológico e dos Recursos Minerais

As diferentes situações de morfologia do terreno e características geológicas apresentadas pela Formação Alter do Chão podem ser expressas em termos de morfounidades Kac I, Kac II, Kac III e Kac IV, e constituem forte registro dos processos de lateritização (intemperismo) e de movimentação de blocos (neotectônica). De norte para sul, a Formação Alter do Chão torna-se topograficamente mais rebaixada, refletindo compartimentações morfológicas promovidas pela neotectônica. Altos e baixos controlados por falhamentos normais resultaram na dinâmica de formação de grábens e *horts*. Somam-se na área duas morfounidades aluvionares, Nh1 e Nh2;

A morfounidade Kac I registra favorabilidade para a fácies “Arenito Manaus” (arenítica silicificada), cujo interesse volta-se à exploração de brita e pedra em bloco. É do conhecimento a potencialidade para a formação de depósitos caulínicos, de areia e de piçarra;

A morfounidade Kac II registra favorabilidade à formação de depósitos de piçarra, areia, além de argila caulínica e caulim. Na margem direita do rio Negro pode aflorar a fácies “Arenito Manaus” ou arenítica friável, constituindo áreas de interesse à extração de brita e areia. Os depósitos de piçarra decrescem de norte para sul em relação a Manaus;

A morfounidade Kac III registra favorabilidade para argila com emprego na fabricação de tijolos e tem como principal área as regiões de Manaquiri e Careiro do Castanho. Na região do rio Ariaú, as argilas que aparecem neste condicionamento podem ser utilizadas na cerâmica vermelha. Áreas com baixa favorabilidade para areia e piçarra;

A morfounidade Kac IV tem franca importância na proximidade das áreas de planícies aluvionares holocênicas. Tem destaque o Pólo Cerâmico do Ariaú, na faixa entre o paraná Ariaú e os lagos Ubim

e Matias, município de Manacapuru; em trecho da BR-319 e que inclui o distrito Araçá, e notadamente o Pólo Cerâmico do Cacau-Pirêra onde concentra grande número de olarias que utilizam a argila dessa morfounidade para a cerâmica vermelha. Revelam situação de comodidade com relação a sua vida útil, porém requer atenção com relação à expansão urbana e outras formas de uso e ocupação do solo. Áreas com baixa favorabilidade para areia e piçarra;

Constatou-se por meio de análises mineralógicas por Difractometria de Raios-X (DRX), que a argila que representa o produto de alteração da Formação Alter do Chão é constituída basicamente por sílica, caulinita e illita (zona mosqueada), enquanto que aquelas oriundas de planícies aluvionares apresentam ainda, esmectita, rutilo e feldspato;

Os depósitos aluvionares Nh1 e Nh2 acumulam importância na formação de argilas para uso na fabricação de telhas, blocos cerâmicos e cerâmica artística, além de revelar, sob determinadas condições, favorabilidade à concentração de areia. A unidade aluvionar Nh1 é responsável pela fonte de argila na fabricação de telhas da região de Iranduba e cerâmica artística no município de Manaus;

Quase metade da demanda da região por brita é suprida pelo seixo, cuja condição de preço mais baixo e transporte fluvial superam aquele rodoviário. Nas regiões de extrema carência de brita, a laterita é utilizada como pedra em bloco, principalmente pelos auto-construtores de baixa renda;

A fácies “Arenito Manaus” revela franca situação geográfica em locais de crescimento urbano ou áreas de lazer, constituindo, deste modo, impeditivo à sua exploração, face os impactos ambientais causados pela sua extração;

Os ensaios físicos cerâmicos revelados em argilas da área de estudo mostraram resultados de absorção de água, porosidade aparente, massa específica aparente, retração linear, tensão

de ruptura à flexão e cor, compatíveis aos padrões da ABNT e apropriados à cerâmica vermelha;

Os resultados analíticos por DRX e químicos obtidos de uma amostra de silte arenoso (popularmente indicado como “calcáreo”) da região do Careiro do Castanho, revelou qualificações químicas compatíveis àquelas dos principais produtos comercializados a partir de sedimentos silicosos (diatomitos) e com aproveitamento como filtrante, isolante e carga industrial;

Ensaio cerâmico realizado em uma amostra de argila caulínica revelou uso provável em cerâmica branca.

#### **14.1.2 Sobre o Perfil do Setor Oleiro-cerâmico**

A indústria oleiro-cerâmica encontra-se instalada em local privilegiado com abundância de matéria-prima, próximo ao centro consumidor e protegido da expansão urbana de Manaus pela travessia do Rio Negro. Está concentrada nos municípios de Iranduba e Manacapuru, em três principais pólos: Cacau-Pirêra, Ariaú e Iranduba. A maior parte da produção volta-se para tijolos de oito furos, telhas e de forma menos intensa, para a produção de blocos cerâmicos especiais e revestimento rústico para pisos. O mercado consumidor é quase que exclusivo da cidade de Manaus, cujo crescimento demográfico e econômico é o mais acelerado da Amazônia Legal, o que projeta um futuro promissor para o setor se houver qualidade e variedade dos seus produtos;

O setor oleiro-cerâmico enfrenta vários entraves, citando-se:

A regularização das atividades mineira e industrial – As empresas geralmente apresentam alguma irregularidade ou pendência no cumprimento de obrigações exigidas pelos órgãos responsáveis pela regulação e fiscalização destas atividades, devido a falta de orientação, as dificuldades burocráticas e as diversas exigências processuais destes órgãos

governamentais, dentre os quais o ambiental é o mais complexo;

A deficiente infra-estrutura do sistema de travessia do rio Negro por meio de *ferry-boat* – O Distrito de Cacau-Pirêra não dispõe de um porto permanente, existindo sazonalidade locacional para o período de enchente e de vazante. Essa improvisação portuária impede o florescimento de uma atividade econômica dinâmica e permanente. Este distrito já deveria constituir uma cidade em franco progresso tanto pela atividade industrial como turística;

O setor oleiro-cerâmico enfrenta ainda outros impasses: ausência de meios públicos para a qualificação da mão-de-obra local, quer industrial quer administrativa; indisponibilidade de uma produção regular e adequada de lenha e derivados para queima, obrigando a este setor utilizar qualquer material para essa finalidade; não há reflorestamento particular ou público para suprir regularmente a crescente demanda pelo material; o setor vem enfrentando forte concorrência com os produtos substitutos derivados do cimento como blocos, placas de concreto e gesso acartonado. A crescente presença desses produtos deve-se a ausência de controle de qualidade e uniformidade nesse segmento industrial, à fraca inovação dos produtos e baixo entrosamento com projetistas e outros elos da construção civil;

O setor investe pouco em inovação tecnológica, pesquisa geológica e laboratorial. Há preferência pela adaptação do que pela aquisição de novos equipamentos, por este motivo, os equipamentos atuais tendem a limitar as mudanças mais profundas. Trabalha ainda empiricamente baseado na prática e na experiência. A realização de ensaios tecnológicos na preparação da massa cerâmica e o controle de alguns parâmetros mais simples no processo industrial, poderiam melhorar em muito a qualidade dos produtos e a performance da indústria como um todo – qualidade, produtividade e redução de custos;

O setor vem despertando para a necessidade de aprimoramento tecnológico, e neste aspecto, o presente estudo já tem demonstrado sua parcela de contribuição. O intercâmbio entre a equipe do projeto e empreendedores ao longo da atividade veio comungar para as necessidades mais prementes do setor, e no que se refere à sua organização, o que caminhou para a criação de uma associação dos ceramistas. Estes passaram a participar de reuniões promovidas pelo Serviço Geológico do Brasil - CPRM e também a exigir a presença de técnicos do projeto em todas as reuniões com outros órgãos em que fossem convidados a participar. O apoio técnico passou a ser fundamental para os ceramistas nesta fase inicial de revitalização do setor, sendo proferidas palestras voltadas aos resultados crescentes do estudo;

Por conta dessa relação de confiança e credibilidade, o Serviço Geológico do Brasil recebeu convite da Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável do Amazonas - SDS e Prefeitura de Iranduba, e por solicitação de empresários do setor cerâmico da região, para que um representante do SGB os acompanhasse na visita aos pólos oleiros do Rio Grande do Norte e São Paulo (Itu e Santa Gertrudes). A visita objetivou a observação *in loco* de experiências concretas e bem sucedidas na área da indústria cerâmica (vermelha e de revestimento), perspectivas de modernização e ampliação do setor, avaliação da matriz energética, esta, principalmente no que se refere a utilização do gás natural sob a ótica da eficiência, vantagem econômica e gestão do meio ambiente;

Em geral, as estruturas das empresas são familiares e simples, o que as torna precárias do ponto de vista técnico-administrativo, denotando deficiência no controle gerencial. Todavia, é perceptível uma mudança neste perfil devido a influência de outros setores da atividade econômica;

Dificuldade de acesso a crédito para investimento. Em geral, as empresas

não dispõem de bens móveis e imóveis suficientes para garantir operações de crédito com vistas a futuros investimentos;

Tratamento ainda insuficiente das questões ambientais. Contudo, o setor já denota preocupação com a matriz energética e o aproveitamento das áreas degradadas;

Há conflito com outras formas de uso e ocupação do solo. A expansão urbana tem avançado sobre a área de lavra devido a falta de ordenamento territorial.

A capacidade de produção instalada atual é equilibrada a demanda, portanto não há demanda insatisfeita que estimule o surgimento de novas indústrias cerâmicas para blocos de vedação. Também não há tendência de elevação do lucro das mesmas, nas condições atuais. Esse equilíbrio poderá alterar se as micro e pequenas empresas cerâmicas não puderem atender as exigências da portaria Nº 127 do INMETRO/05, principalmente no que se refere às dimensões obrigatórias dos blocos cerâmicos. Apesar de não haver demanda reprimida, há necessidade de modernização e ordenamento da cadeia produtiva.

#### **14.1.3 Sobre o Processo Produtivo da Indústria Cerâmica**

O processo produtivo nas indústrias da região em geral é similar ao Padrão Nacional, contudo nas micro-empresas ainda é bastante rudimentar;

Na região, o sazonalidade tem se tornado uma atividade obrigatória, já que os barreiros não permitem sua lavra no período das chuvas mais intensas e conseqüente inundação. O período de maior favorabilidade à atividade de lavra ocorre entre meados de setembro/outubro até praticamente o final de novembro. Entretanto, algumas olarias não fazem a estocagem de material por longo período de tempo, por razões financeiras. Na prática o sazonalidade garante o abastecimento da matéria-prima por um período de pelo menos um ano;

A produção do setor também pode ser considerada sazonal. Durante o período

mais intenso das chuvas, a construção civil praticamente hiberna, pois as obras externas ficam impedidas pelas chuvas e aquelas internas são retardadas devido o excesso de umidade do ar, o que eleva o custo de mão-de-obra e de materiais para a secagem rápida. As autoconstruções praticamente param e os materiais como a areia e a argila empregadas nas obras ficam expostos ao tempo e à umidade, dificultando a preparação da argamassa e concreto. Há uma queda acentuada das vendas do setor cerâmico e na ordem de 30%, tanto na produção quanto na demanda. As micros e pequenas empresas são as mais afetadas, pois em geral suas estruturas físicas de produção, como o forno e as áreas de secagem, são precárias;

Na preparação das massas cerâmicas, apenas as indústrias produtoras de telhas se utilizam de dois tipos de argila, uma de origem aluvionar e outra produto de alteração de rocha sedimentar. As cerâmicas produtoras de tijolos não fazem mistura de argilas de origem distintas, sendo que, na prática, há apenas uma seleção de níveis mais arenosos ou mais argilosos de acordo com a sensibilidade do encarregado da lava.

#### **14.1.4 Sobre a Socioeconomia e o Mercado do Setor Cerâmico**

O setor oleiro-cerâmico é a maior e principal atividade industrial do município de Iranduba. Além dos tributos que são advindos da atividade, a sua massa salarial e cadeia produtiva é a força motriz da demanda por bens de consumo no município;

A ausência de mão-de-obra qualificada faz com que a realização de serviços especializados seja proveniente da capital, transferindo recursos gerados pelo setor àquele centro urbano. Da mesma forma, pelo fato de toda mercadoria adquirida pela cidade de Manaus estar isenta do Imposto sobre a Circulação de Mercadorias e Serviços - ICMS, o município deixa de auferir esse tipo de arrecadação que encontrar-se-ia na ordem de quatro milhões de reais anuais. Existe

um passivo ambiental descoberto (referente principalmente às áreas lavradas e aos desmatamentos) decorrente da atividade cerâmica do qual o município é incapaz financeiramente de recuperar, uma vez que essa atividade não gera tributação. Desse passivo, o mais expressivo é decorrente de décadas passadas quando a fiscalização ambiental era incipiente;

A mão-de-obra para o setor cerâmico é abundante por não haver muitas opções de emprego na região, entretanto em geral é pouco qualificada, embora alguns trabalhadores já tenham adquirido alguma experiência nesse ramo de atividade. O recrutamento ocorre na própria região das indústrias, normalmente condicionado a um período de experiência, sendo que o único critério de seleção está na perícia da função, assiduidade e adaptabilidade ao trabalho;

Além do auto-aprendizado, somente o Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial – SENAI oferece treinamento para a atividade, contudo, desprovido de procura pelas indústrias e operários. A mão-de-obra qualificada como mecânicos, eletricitas, pedreiros e engenheiros, dentre outras, é adquirida em Manaus, onde permanecem residindo;

A lucratividade do setor é variável. Em algumas empresas é quase nula em outras, no entanto pode ser considerada elevada, apesar da pouca ação empreendedora do setor, como o investimento na diversificação dos seus produtos e a difusão de técnicas de utilização que aumentem a demanda do setor, como aquela de alvenaria. É perceptível a pouca organização dos empresários do setor visando a ampliação do seu mercado, em geral, buscam mais soluções governamentais do que mercadológicas, numa vã tentativa de substituir o desempenho empresarial pela demanda forçada do governo, num ambiente em que as obras públicas têm substitutos para os blocos cerâmicos. As indústrias de telha encontram-se acima da média setorial;

O capital de giro é precário, a maioria das empresas não dispõe de meios

para financiar o transporte e a comercialização. Em geral, as micros e pequenas indústrias não dispõem de infraestrutura de distribuição dos seus produtos e muito menos recursos para financiar as vendas à prazo. Devido essas condições, essas empresas vendem seus produtos diretamente na fábrica para intermediários, perdendo com isso, uma parcela da sua lucratividade;

O consumidor da autoconstrução utiliza processos construtivos não-industriais e baixa qualificação da mão-de-obra. A sua demanda pelo produto não está na qualidade, mas no preço. Esse consumidor efetua suas compras nas lojas de materiais de construção, e define o processo de construção, suas especificações e demais condições da obra. Este mercado não paga pela melhoria da qualidade do produto;

As construtoras têm demandado menor quantidade de blocos cerâmicos em razão da sua substituição por blocos de concreto ou cimento, que por serem mais uniformes, reduzem o custo do revestimento final e tempo de execução, otimizando seu custo;

Os blocos de cerâmica vermelha ainda não apresentam a qualidade necessária para atender as novas exigências da Portaria Nº 127/05, principalmente no que se refere à dimensão dos tijolos e identificação da indústria fabricante;

É considerado como desejáveis ao mercado cerâmico, as seguintes condições: preço, durabilidade, padronização (tamanho e peso), facilidade de instalação e manutenção, facilidade de identificação do produto e substituição de peças e, integridade no recebimento das peças. Tais condições, contudo, ausentam-se da maioria dos produtores. A identificação do produto, por exemplo, foi apenas verificada em um dos 29 produtores de tijolos e na totalidade dos produtores de telhas. Apenas esse aspecto acarreta em grande comprometimento do setor, haja vista que a má qualidade de um dos produtores leva à generalização dos demais pela falta de

identificação, o que promove a sua substituição no mercado por sucedâneos de cimento;

O crescimento do setor cerâmico é dependente da praça de Manaus, que por sua vez, tem vivenciado três principais períodos de crescimento: 1967 a 1976, período de liberdade das importações e de crescimento populacional acentuado; 1977 a 1990, período de restrição às importações e de crescimento industrial e salarial e, 1991 em diante, período de abertura da economia nacional ao comércio exterior e com redução de empregos, de renda e crescimento populacional vegetativo.

#### **14.1.5 Sobre a Legalização da Exploração das Matérias-primas**

Os minerais de uso na construção civil se enquadram na Classe II, cujo aproveitamento pode ser feito por regime de licenciamento (Lei nº 6.567 de 24/09/78), que confere prioridade ao proprietário do solo ou a quem tenha autorização expressa e depende de licença expedida pela prefeitura do município, órgão do estado (IPAAM) e posterior registro no Departamento Nacional da Produção Mineral - DNPM. Essa prioridade atende ao interesse dos superficiários que decidem se aceitam ou não a mineração em suas terras. A grande maioria dos Direitos Minerários na região dos pólos cerâmicos referem-se a Registros de Licenciamento. As prefeituras dos municípios da região produtora não dispõem de condições técnico-estruturais para a gestão dos licenciamentos minerais;

A exploração de jazidas de areia, argila e brita já revelam algum cenário de conflito devido aos problemas ambientais que causam a atividade exploratória, bem como outras formas de uso e ocupação do solo. Pelo modo de ocorrência e por se tratar geralmente de recurso com baixo valor agregado, as matérias-primas minerais para construção civil, são normalmente lavradas a céu aberto (geralmente com maior expansão lateral do que profundidade) sendo necessário que as áreas de exploração estejam situadas



próximas ao mercado consumidor e que, no caso da argila, mais próxima possível das indústrias cerâmicas, de modo a minimizar os custos de transporte;

Nos produtos cerâmicos, a exemplo dos blocos de vedação que constituem produtos de baixo valor unitário, o custo de transporte é fator determinante para a concorrência entre as empresas. Por este fato a localização da jazida e da indústria deve estar próxima ao mercado consumidor. Quem detiver ou bloquear áreas próximas ao centro consumidor, permitirá situação vantajosa no futuro e também restringirá a entrada de novas empresas concorrentes. Por este motivo o pólo cerâmico de Ariáú pratica preço FOB mais baixo do que o de Cacau-Pirêra, de modo a compensar o custo com o transporte;

O crescimento de Manaus demanda obrigatoriamente de bens minerais de uso imediato na construção civil. Como em outras regiões do país, os espaços historicamente ocupados pela mineração, com o passar do tempo vão sendo margeados por assentamentos populacionais. É necessário, portanto, a elaboração de planos diretores de mineração, com a criação de Distritos Mineiros e regulamentos para disciplinar a atividade de modo a garantir o suprimento de matéria-prima. Em função disto, devem ser também consideradas um conjunto de ações de planejamento e diretrizes técnicas para modernização e diversificação da indústria cerâmica da região, de competência do poder público federal, estadual, municipal e do setor produtivo;

São observadas as mais diversas situações relativas à extração de argila. Os requerimentos geralmente não são feitos no mesmo nome do empreendimento cerâmico. Nem todos possuem licenciamento, nem todos realizam a extração e nem todos detêm área de exploração (barreiro);

A produção oficial comercializada e respectivo valor de acordo com o Anuário Mineral Brasileiro do DNPM, para substâncias minerais de uso imediato na

construção civil e argila para cerâmica vermelha, são muito discrepantes quando comparados com os dados fornecidos pelo seu 8º Distrito em Manaus, baseado nos relatórios anuais de lavra e do recolhimento pelo Banco do Brasil do CEFEM.

## 14.2 Cenários

### 14.2.1 Para a Infra-estrutura

Muito Pessimista: Degradação das vias de acesso; construção da ponte Manaus – Cacau-Pirêra que levará a expansão urbana de Manaus de forma acelerada para aquele distrito, com a ocupação das áreas de lavra de argila, o que implicaria ou na transferência do setor oleiro-cerâmico para outro local, ou na exploração de barreiros mais distantes onerando o custo de transporte da argila até as fábricas;

Pessimista: Degradação parcial das vias de acesso e atraso na modernização dos portos;

Provável: Recuperação e manutenção das vias de acesso aos portos atuais e sua modernização; conclusão do gasoduto Coari-Manaus;

Otimista: Melhoria dos portos e redução do tempo de travessia do rio Negro; transformação para gás da matriz energética das indústrias cerâmicas;

Muito Otimista: Criação de um porto único para a travessia do rio Negro que melhoraria o fluxo de transporte e ainda reteria a expansão urbana de Manaus para aquela região (Cacau-Pirêra).

### 14.2.2 Para o Meio Ambiente

Muito Pessimista: Maior degradação ambiental e aumento das multas pelas instituições reguladoras;

Pessimista: Aumento na degradação ambiental e redução acelerada da floresta primária;

Provável: Aumento da degradação ambiental devido à mineração, extração e queima de lenha;

Otimista: Recuperação parcial das áreas degradadas;

Muito Otimista: Surgimento de reflorestamento privado para o fornecimento de lenha; ordenamento territorial dos municípios envolvidos na produção cerâmica, com a definição de áreas de lavra de argila; recuperação de áreas degradadas pela mineração.

#### 14.2.3 Para a Indústria

Muito Pessimista: Estagnação da produção pela perda de mercado para os produtos derivados do cimento;

Pessimista: Retração excessiva da produção por falta de recursos para investimentos em qualidade e conseqüente perda de mercado para os derivados de cimento;

Provável: Retração da produção em decorrência da obrigatoriedade do cumprimento da Portaria N° 127/05 do INMETRO que exige maior controle de qualidade dos produtos cerâmicos; aumento da produção de blocos cerâmicos estruturais e de telhas; perda de mercado para os derivados de cimento;

Otimista: Ampliação do mercado devido a melhor padronização decorrente da modernização do processo produtivo e pela inovação dos produtos cerâmicos;

Muito Otimista: Desenvolvimento de novos produtos; definição de padrões mínimos de qualidade e; ampliação do mercado.

#### 14.2.4 Para a Socioeconomia

Muito Pessimista: Crescimento demográfico e retração econômica;

Pessimista: Crescimento demográfico contínuo e estagnação econômica;

Provável: Crescimento econômico vegetativo e inferior ao demográfico;

Otimista: Crescimento econômico maior do que o crescimento demográfico;

Muito Otimista: Crescimento demográfico e econômico, com a ampliação dos setores:

industrial, turístico ambiental e agropecuário.

#### 14.2.5 Cenários em Função da Portaria 127 do INMETRO

A obrigatoriedade do cumprimento das exigências da Portaria 127 do INMETRO promoverá a adaptação ou a adoção de novos equipamentos e o aperfeiçoamento da mão-de-obra para as inovações introduzidas no processo produtivo, principalmente por parte das micros e pequenas indústrias, o que implica em investimento elevado a curto prazo. Esta situação provavelmente influenciará na configuração de outros cenários:

Cenário pessimista: As micros e pequenas indústrias oleiro-cerâmicas da região terão dificuldades de acesso ao crédito bancário e público em decorrência de garantias insuficientes a serem oferecidas as instituições financeiras. A maior parte destas indústrias encerrará suas atividades e o mercado tornar-se-á oligopolista (cartel). As poucas empresas a permanecer no mercado tenderão a buscar o lucro máximo, elevando o preço dos seus produtos sob a alegação dos altos custos de adaptação à nova portaria. O mercado de construção civil se retrairá, principalmente o da autoconstrução, e viabilizará um mercado clandestino.

Cenário otimista: As indústrias de pequeno e médio porte buscarão o sistema bancário e as agências de fomento para a obtenção de crédito para a aquisição de novos equipamentos a fim de se adequarem às novas exigências. Durante este período de adaptação haverá redução da oferta de blocos cerâmicos, retraindo temporariamente a construção civil. Concluída essa adaptação, o setor estará produzindo materiais de melhor qualidade e o mercado consumidor tenderá a se expandir, estimulando novos investimentos e mais empregos na região. Com o novo dinamismo das indústrias, as autoridades locais procurarão tornar o sistema de travessia do rio Negro mais eficiente, elevando a eficiência econômica e o bem-estar social.

*Cenário Provável:* Com a necessidade de investimentos elevados em curto prazo, sem que as empresas do setor tenham reservas financeiras para suportá-los, é de se esperar uma queda brusca de produção e conseqüente redução de oferta e retração da construção civil.

### 14.3 Recomendações

#### 14.3.1 Necessidades do Setor Cerâmico

Agregar valor e diversificar produtos de modo a ampliar a participação em mercados mais distantes (mercado exterior - exportação de telhas);

Conhecer a demanda e a necessidade do cliente e estabelecer parceria e cooperação para o desenvolvimento de produtos de qualidade e fabricação de peças especiais de modo a atender o interesse dos clientes;

Mudar a estratégia de competição, que deve ter como base a qualidade e a inovação ao invés de preço;

Incorporar tecnologia à produção, desde a prospecção da argila até a expedição, fase final do processo industrial;

Credenciamento de um laboratório na região para realização de ensaios tecnológicos e certificação de qualificação;

Maior interação entre os elos da cadeia produtiva (montante e jusante) – dos fornecedores de lenha às casas de material de construção;

Constituir associações de modo a fortalecer o setor, propiciando ainda facilidade aos interesses comuns à classe e racionalização de custos.

Facilitar o acesso a crédito para a produção.

Racionalização do consumo de energia (matriz energética – lenha, eletricidade, etc.) e manter baixo o custo de produção;

Aprimorar o gerenciamento empresarial;

Inserir a atividade mineral no plano de ordenamento territorial do município (Zoneamento Minerário - requer estudo articulado com os ceramistas e demais órgãos responsáveis pelo licenciamento e fiscalização.) para a criação de Distritos Mineiros de modo a evitar conflitos com outras formas de uso e ocupação do solo e assegurar a garantia de suprimento de matérias-primas;

Investir em Marketing e em comercialização mais eficaz e acintosa. Participação em eventos nacionais e internacionais (feiras). Maior divulgação dos produtos, de suas qualidades (resultados de ensaios tecnológicos, resistência, isolamento térmico e acústico, etc.) e de sua utilização em todos os elos finais da cadeia produtiva – arquitetos, engenheiros, pedreiros, revendedores, consumidor da autoconstrução;

Dar assistência técnica aos consumidores. Não se limitar apenas a venda do produto, mas também oferecer garantias até no modo de entrega (Programa de garantia da qualidade dos produtos cerâmicos);

Melhorar a qualificação de mão-de-obra e aderir a programas de qualidade;

Possibilidade de aplicação do modelo de TAC (Termo de Ajuste de Conduta) para o setor oleiro-cerâmico, similar ao que está sendo aplicado com sucesso no noroeste fluminense em Rocha Ornamental. Consiste na formatação de um termo de referência justa para a regulamentação das atividades de acordo com orientações tecnicamente corretas oferecendo um prazo com fiscalização para cumprimento de etapas. Participantes obrigatórios seriam: o Ministério Público, o DNPM, INMETRO, Órgãos Governamentais do Meio-ambiente (IBAMA, Secretarias Estaduais e Municipais) e Produtores (empresários individualmente);

Possibilidade de constituição de um Comitê Gestor das diretrizes e ações para inovação e competitividade (governança);

Para o setor de cerâmica artística recomenda-se a criação de uma associação de modo a facilitar os interesses comuns destes ceramistas, com propósitos similares aos dos oleiros. Recomenda-se ainda: estabelecer parceria com universidades, buscar apoio do SEBRAE e Secretarias Estaduais e Municipais (Turismo, Comércio, etc.), investir em tecnologia, Marketing e comercialização, agregar valor aos produtos e regularização da atividade de extração ou de aquisição de argila.

#### **14.3.2 Ações a Serem Tomadas para Melhorar o Desempenho e Competitividade do Setor Cerâmico.**

Parceria com o governo na execução de programas habitacionais de baixa renda e acordo para utilização de produtos e materiais cerâmicos padronizados;

Maior aproximação e interação com os diversos órgãos gestores e fiscalizadores das diferentes esferas governamentais. Para discussão de métodos e técnicas de extração mineral, de recuperação ambiental, e tomada de ações consensualizadas, de acordo às condições locais visando a uniformização dos procedimentos e redução de custos para os empresários;

Investir em estudos geológicos de prospecção e avaliação dos depósitos argilosos empregados ao produto cerâmico, que variam de área para área;

É fundamental a realização de ensaios cerâmicos específicos para a preparação de massa ideal e que envolve corretas proporções entre as diferentes argilas (residual e aluvionar). Neste aspecto, cabe a orientação de geólogos e órgãos relacionados;

Para a caracterização tecnológica de matérias-primas e produtos é necessária a interação com instituições de pesquisa e universidades, já que o setor

oleiro da região não dispõe de laboratórios e nem de equipe técnica. Uma alternativa seria a celebração de convênio, onde contemplasse a realização de análises laboratoriais e o treinamento de pessoal de nível médio e ao mesmo tempo disponibilidade de estágios para estudantes universitários. Outra alternativa seria a montagem de um laboratório para uso comum, mantido por associação de produtores e parceiros;

Para melhorar o controle técnico do processo produtivo no que se refere ao controle de umidade, temperatura de queima, peso e dimensão das peças, retração de secagem e queima, recomenda-se a montagem de laboratórios simples, sem necessidade de equipamentos sofisticados, nas próprias indústrias;

A mineração e a indústria são atividades distintas. Enquanto a localização da mineração depende da mina ou da jazida a indústria depende da infraestrutura urbana como energia, mão-de-obra, sistemas de transportes etc. O negócio do ceramista deve ser produzir cerâmica, portanto é onde deveria estar mais focado. A segmentação desses dois setores permitiria: ganhos de qualidade (investimento na caracterização da matéria-prima); economias (em taxas de licenciamento e diluição dos custos operacionais e de pessoal); além do que facilitaria um melhor controle da arrecadação pública e do meio ambiente. Este fato reduziria a degradação ambiental em diversas áreas, pois as frentes de lavra ficariam mais concentradas em uma determinada região. A lavra poderia ser feita através de uma Associação, Cooperativa, Sindicato ou ainda por uma empresa especializada;

Implemento de tecnologia só faz aumentar a produção e reduzir custos, não gera demanda, para tal é preciso investir em qualificação e diversificação da produção, em marketing, etc. O financiamento das vendas também pode contribuir para a expansão do mercado.

#### **14.3.3 Para Infra-estrutura**

Criação de um porto para funcionamento permanente, ordenamento

territorial e equipamentos públicos para o lazer, saúde e formação profissional;

O novo porto da região, se construído em área imprópria não trará benefícios nem o fortalecimento das atividades econômicas e ao desenvolvimento social, restringindo-se apenas à atracação do *ferry-boat*. A zona portuária deve ser parte integrante do plano de desenvolvimento da região e que integra os municípios de Iranduba, Manacapuru e Novo Airão à Manaus. A prioridade na sua localização deve considerar a menor distância entre Manaus e Cacau-Pirêra, com o objetivo de reduzir os custos com o transporte e tempo de deslocamento, além de possibilitar o desenvolvimento urbano da região. Um dos locais aparentemente mais adequados é a Ponta do Pepeta, na margem direita do rio Negro no distrito do Cacau-Pirêra;

O desenvolvimento de áreas institucionais para educação, saúde e lazer integrando as aglomerações industriais fará com que os recursos materiais, humanos e financeiros se tornem independentes de Manaus e se incorporem à economia da região, desenvolvendo-a e se tornando sustentável.

#### **14.3.4 Para o Meio Ambiente**

Necessidade de um projeto com a participação pública e privada para recuperação ou aproveitamento das áreas de lavra (atual e futura). Plano de recuperação das florestas degradadas pelo corte de lenha e estímulo ao reflorestamento privado para o abastecimento regular de lenha;

As empresas que investem em reflorestamento e em recuperação de áreas degradadas, poderiam tentar reverter pelo menos parte dos impostos destinado para o fundo do meio ambiente, para aplicação em reflorestamento com parceria das prefeituras, IBAMA, sindicato, cooperativas ou associações, mostrando a importância

do setor para o crescimento de Manaus e na geração emprego e renda na região.

#### **14.3.5 Para a indústria**

Atendimento à portaria nº 127/05 do INMETRO que trata das exigências mínimas de padrão de qualidade e desenvolvimento de novos produtos;

As micro-empresas que utilizam forno caieira poderiam mudar a linha de produção de tijolos de oito furos para aqueles maciços, para os quais ainda não existe normatização, de modo similar ao que ocorreu no Estado de São Paulo (IPT, 2006). Na região, este mercado é mais restrito, possivelmente por falta de maior divulgação;

Substituição do forno caieira por outros mais produtivos e econômicos. As pequenas empresas do Pólo Ariaú apresentam inviabilidade econômica, devido principalmente a utilização desse tipo de forno ineficiente. O preço do tijolo praticado no pólo Ariaú, é mais baixo que no pólo Cacau-Pirêra (para compensar a distância/transporte) o que também contribui para essa inviabilidade. Somente as micro-empresas têm se mostrado viáveis com a utilização do forno tipo caieira, devido ao seu caráter informal de funcionamento.

#### **14.3.6 Para a Região**

O setor cerâmico, assim como todo setor-chave de uma economia deve ser fomentado, e uma das formas mais eficientes é através do crédito. As dificuldades encontradas em garantia bancária para as pequenas e micro-empresas podem ser minimizadas através dos próprios bens financiados. A agência estadual de fomento, mostra ser a mais adequada para a criação de uma linha de crédito específica para a adaptação da indústria cerâmica, visto serem as suas decisões locais.

## 15 – Referências Bibliográficas

---

- Albuquerque, O. R. 1922. *Reconhecimentos geológicos no Vale do Amazonas*. Boletim do Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil, 3, 84 p.
- Almeida, F. F. M. 1967. *Origem e evolução da Plataforma Brasileira*. Rio de Janeiro. DNPM. Boletim da Divisão de Geologia Mineral, 241, 36 p.
- Andrade Filho, E. L. de; Moraes, L. C. de; Carvalho, L. M. de. 2001. *Substâncias minerais para construção civil na região metropolitana de Salvador e adjacências*. Informe de Recursos Minerais do Serviço Geológico do Brasil – CPRM, Salvador, Série Diversos, n. 4.
- Aragão A. F.; Araújo R. L. C.; Carvalho J. S.; Silva J. R. S.; Palha W. S. M. 1996. Pesquisa de fluxo geotermal raso na cidade de Manaus. *In*: SBG, Workshop de Geofísica Aplicada ao Meio Ambiente, 1, Belém, *Anais*: 57-59.
- Araújo J.B. 1972. *Reavaliação dos dados de refração sísmica na Bacia do Amazonas*. PETROBRAS/RENOR, Belém, Relatório Interno.
- Araújo R. L. C., Carvalho J. S., Fernandes Filho L. A. 1991. Condutividade térmica em solos argilosos na região de Manaus. *In*: SBG, Núcleo Norte, Simp. Geol. Amaz., 3, Belém. *Anais*: 350-360.
- Azevedo Júnior C. A., Carvalho J. S. 2003. Levantamento magnetométrico terrestre de semidetalhamento do Município de Iranduba e parte do Município de Manacapuru. *In*: Congresso de Iniciação Científica da Universidade Federal do Amazonas, 12, Manaus, *Anais*: 68.
- Barbosa G.V., Nascimento D.A., Mauro C.A., Garcia M.G.L. 1978. *In*: BRASIL. Projeto RADAM. Geomorfologia da Folha SA.21-Santarém. DNPM, Geomorfologia, Levantamento de Recursos Naturais, Rio de Janeiro, 133-181.
- Barbosa G.V. Costa, R.C.R., Natali T. Filho, Oliveira A.B. 1978. *In*: BRASIL. Projeto RADAM. Geomorfologia da Folha SA.20-Manaus. DNPM, Geomorfologia, Levantamento de Recursos Naturais, Rio de Janeiro, 167-224.
- Barbosa O. 1967. Tectônica na Bacia Amazônica. *In*: SBG, UNESP, Simpósio Sobre a Biota Amazônica, 1, Manaus. *Ata*: 83 – 86.
- Batista Junior M., Belota Filho W.L., Oliveira S.G. 1997. *Plano de controle ambiental*. Mercês Materiais de Construção Ltda, Manaus, 38 p.
- Batista Junior M., Costa M.G., Gomes A.L.S. 1998. *Plano de controle ambiental*. Queiroz Corrêa Cerâmica Ltda, Iranduba/ Manaus, 30 p.
- Bemerguy R.L., Costa J.B.S. 1991. Controle tectônico na evolução do sistema de drenagem da Amazônia. *In*: SBG, Simpósio Nacional de Estudos Tectônicos, 3, Rio Claro, *Anais*, 1: 103 – 104.
- Bemerguy R.L. 1997. *Morfotectônica e evolução paleogeográfica da região da calha do Rio Amazonas*. Tese de Doutorado em Geologia e Geoquímica, Centro de Geociências da Universidade Federal do Pará. 200 p.
- Bemerguy R.L., Costa J.B.S., Hasui Y., Borges M.S. 1999. O compartimento morfotectônico Manaus - Nhamundá: sistemas de relevo, drenagem e os elementos estruturais da neotectônica. *In*: SBG – Núcleo Norte, Simp. Geol. Amaz., 6, Manaus, *Anais*, 1: 326-329.



Bemerguy R.L., Costa J.B.S., Hasui Y., Borges M.S., Soares Jr., A.V. 2001. Tectonic geomorphology of the Amazon, Brasil. *In: SGB, Núcleo Norte, Simp. Geol. Amaz., 7, Belém, Anais: 17-18.*

Bemerguy R.L., Costa J.B.S., Hasui Y., Borges M.S., Soares Jr., A.V. 2002. Structural geomorphology of the Brazilian Amazon region. *In: KLEIN, E.L., VASQUEZ, M.L., ROSA-COSTA, L.T.(ed.). Contribuição à Geologia da Amazônia,*

Belém, SBG: Núcleo Norte, *Anais*, 3: 245 – 257.

Bezerra P.E.L., Lima M.I.C., Coelho F.A.J.F. 1999. Estruturação neotectônica da Folha SA.20-Manaus. *In: SBG, Núcleo Norte, Simp. Geol. Amaz., 6, Manaus. Anais: 288 – 291.*

Bourman R.P., Ollier C.D. 2002. *A critique of the Schellmann definition and classification of "laterite"*. [S.l.], *Catena*, 47: 117-131.

Brito M.A.G., Coutinho G.K., Cruz Z.O., Magalhães R., Franzinelli E. 1994. Contribuição à sedimentologia das praias do baixo rio Negro/AM. *In: SBG, Núcleo Norte, Simp. Geol. Amaz., 4, Belém. Anais: 188 – 203.*

Campelo N.S., Seye O., Santos E.C.S., Horbe A.M.C., Rocha F.S., Aragão A.F., Pinheiro S.C., Cabral E.M. 2005. *Ensaio Tecnológico em Cerâmica Vermelha do Pólo Oleiro dos Municípios de Iranduba e Manacapuru, AM.* UFAM/NEFEN - Núcleo de Eficiência Energética, Manaus, 12 p.

Caputo, M.V., 1984. *Stratigraphy, Tectonics, Paleoclimatology and Paleogeography of Northern Basins of Brazil.* Tese de Doutorado, University of California, Santa Barbara, USA, 586 p.

Caputo M.V. 1985. Origem do alinhamento estrutural do Juruá – Bacia do Solimões. *In: Simp. Geol. Amaz., 2, Belém, Anais*, 1: 242-258.

Caputo M.V. 1986. Exploração de petróleo na Região Amazônica. *In: Cong. Bras. Petróleo*, 3, Rio de Janeiro, 31 p.

Caputo M.V., Marques L.F.P., Carvalho L.C.A. 1983. *Desenvolvimento Tectônico das bacias do Parnaíba e Amazonas.* PETROBRAS/ DENOR, Belém, Relatório Interno, 49 p.

Caputo, M.V., Rodrigues, R., Vasconcelos, D.N.N. 1972. Nomenclatura estratigráfica da Bacia do Rio Amazonas. *In: Cong. Bras. Geol.*, 26, Belém. *Anais*, 3: 35 – 46.

Carvalho J.S. 1992. Mapa Bouguer da região metropolitana de Manaus. *In: SBG, Congresso Brasileiro de Geologia*, 37, São Paulo. *Anais*, 2: 398 – 400.

Carvalho J.S. 1993. Interpretação preliminar de informações gravimétricas disponíveis sobre a Região Metropolitana de Manaus. *In: SBG, Congr. Intern. Soc. Bras. Geofísica*, 3, Rio de Janeiro. *Anais*, 2: 790 -792.

Carvalho J.S., Araújo R.L.C., Silva Jr. J.B.C., Conceição D.A., Carvalho P.S.S., Silva R.M. 2003. Medidas comparativas de resistividade elétrica sobre materiais litológicos sedimentares semelhantes da região de Manaus, Iranduba e Presidente Figueiredo – AM. *In: SBG, Núcleo Norte, Simp. Geol. Amaz., 8, Resumos Expandidos*, 1 CD-Rom.

Carvalho J.S., Azevedo Jr.C.A., Silva Jr. J.B.C., Araújo R.L.C., Conceição D.A., Silva R. M. 2003. Cartografia magnética do Município de Iranduba (AM): Resultados preliminares. *In: SBG, Núcleo Norte, Simp. Geol. Amaz., 8, Manaus. Resumos Expandidos*, 1 CD-Rom.

Carvalho J.S., Carvalho P.S.S., Araújo R.L.C. 2001. Interpretação preliminar de sondagens elétricas verticais desenvolvidas na região de Manaus. In: SBG, Núcleo Norte, Simp. Geol. Amaz., 7, Belém. *Resumos Expandidos*: 13 – 16

Carvalho J.S., Silva C.A., Castro L.A., Araújo R.L.C. 2000. Caracterização radiométrica de materiais litológicos de emprego direto na construção civil em Manaus – Resultados preliminares. In: Mostra da Prod. Técnico Científica da Universidade do Amazonas (Resumos), 2, Universidade do Amazonas, Manaus, *Anais*: p. 51.

Carvalho P.S.S., Carvalho J.S., Silva C. L., Araújo R.L.C. 2000. Determinação das características físicas e estratigráficas de litótipos da Formação Alter do Chão, ocorrentes na Região de Manaus, por meio de informações geolétricas. In: Journ. Inic. Cient. da Universidade do Amazonas, 10, Universidade do Amazonas, Manaus. *Anais*: p. 49.

CBPM. 2003. *Catálogo de matérias-primas ceramicas da Bahia*. CBPM, Salvador, 95 p.

CPRM. 2006. *Projeto Zoneamento Ecológico-econômico do Distrito Agropecuário da SUFRAMA*. CPRM, Manaus, (4), no prelo.

CPRM. 1998. *Socioeconomia do município de Caracaraí, Estado de Roraima*. CPRM, Manaus, Programa de Integração Mineral em Municípios da Amazônia – PRIMAZ.

CODEAMA. 1992. *Perfil municipal do estado do Amazonas*. CODEAMA/ Núcleo de Estatísticas Básicas, Manaus, 132 p.

Costa M.L., Moraes E.L. 1998. Mineralogy, geochemistry and genesis of kaolim from the Amazon region. *Min. Deposita*, **33** (3): 283-297.

Costa J.B.S., Hasui, Y. 1991. O quadro geral da evolução tectônica da Amazônia. In: SBG, Simp. Nac. Est. Tect., 3, Rio Claro. *Anais*, 1: 142 – 145.

Costa J.B.S. 1996. A neotectônica na Amazônia. In: SBG/NO, Simp. de Geol. Amaz., 5, Belém. *Anais*, 1: 35 – 38.

Costa J.B.S., Bemerguy R.L., Hasui Y., Borges M.S. 2001. Tectonics and paleogeography along the Amazon River. *Journal of South American Earth Sciences*, 14: 335 – 347.

Costa M.L. 1991. Aspectos geológicos dos lateritos da Amazônia. *Revista Brasileira de Geociências*, **21** (2): 146 – 160.

Coura F., Moeri E.N., Kern R.S. 1986. Geologia do caulim do Jari. In: SBG, Cong. Bras. Geol., 34, Goiânia, *Anais*, 5: 2248 – 2258.

Daemon R.F. 1975. Contribuição à datação da Formação Alter do Chão, Bacia do Amazonas. *Revista Brasileira de Geociências*, **5** (2): 58 – 84.

Damião R.N., Souza, M.M., Medeiros, M.F. 1972. *Projeto Argila Manaus*. CPRM/DNPM. Manaus. Relatório Final, 1.

Dino R., Silva, O.B., Abrahão, D. 1999. Caracterização palinológica e estratigráfica de estratos cretáceos da Formação Alter do Chão, Bacia do Amazonas. In: SBG, UNESP, Simp. Cretáceo do Brasil, 5, Rio Claro. *Boletim de Resumos*: 557 – 565

Eiras J.F. 2005. Cenário geológico das bacias sedimentares do Brasil – Tectônica, sedimentação e sistemas petrolíferos da Bacia Solimões, estado do Amazonas. In: Apostila sobre Prospecção e desenvolvimento de campos de petróleo e gás (Schlumberger) – Projeto Multimin Tecnologia. Disponível em: <<http://acd.ufrj.br/multimin/mmp/textos/index.htm>>

Fernandes Filho L.A., Costa, M.L., Costa, J.B.S. 1997. Registros neotectônicos nos lateritos de Manaus – Amazonas. *Rev. Bras. Geoc.*, **16** (1): 9 – 33

Franzinelli E., Igreja, H.L.S. 1990. Utilização do sensoriamento remoto na investigação da área do Baixo Rio Negro e Grande Manaus. *In: SBG, Simp. Bras. Sensor. Rem.*, 6, Manaus. *Anais*, **3**: 641- 648

Franzinelli E., Igreja, H.L.S., Rossi V. 2003. Novas contribuições ao estudo do “Arenito Manaus” - horizonte silicificado da Formação Alter do Chão, Bacia Sedimentar do Amazonas, Brasil. *In: Simp. Geol. Amaz.*, 8, Manaus. *Anais*.

Franzinelli E., Ori, G.G. 1987. Quaternary sedimentation in the lower Negro river, Amazonas, Brazil. *In: Quarter. Intern. Congr.*, 3, Ottawa. *Abstracts*: 168

Franzinelli E., Potter, P.E. 1985. Areias recentes dos rios da Bacia Amazônica: composições petrográfica, textural e química. *Rev. Bras. Geoc.*, **15** (3): 213 – 220.

Franzinelli E., Rossi A. 1996. Contribuição ao estudo petrográfico e geoquímico do Arenito Manaus. *In: Simp. Geol. Amaz.*, 5, Belém, *Anais*: 209 – 211.

Gouvêa P.H.V. 2001. *A Exploração de Minerais Aplicados à Construção Civil na Região Metropolitana de Manaus e Alguns Aspectos Ambientais*. Dissertação de Mestrado, Ecole des Mines de Paris - Centro de Estudos Superiores para a Exploração de Minas e Pedreiras à Céu Aberto. CESECO, 68 p.

Governo do Estado de Santa Catarina. 1990. *Diagnóstico do setor de cerâmica vermelha em Santa Catarina*. Governo do Estado de Santa Catarina, Florianópolis, 62 p.

Hasui Y. 1990. Neotectônica e aspectos da tectônica ressurgente no Brasil. *In: Workshop sobre Neotectônica e Sedimentação Cenozóica no Sudeste do Brasil*, 1, Belo Horizonte, *Anais*: 1 – 31.

Herron, M.M. 1988. Geochemical classification of terrigenous sands and shales from core or log data. Oklahoma, *Journal of Sedimentary Petrology*, **5** (58): 820-829.

Horbe A.M.C., Horbe, M.A., Suguio, K. 2003. Origem dos depósitos de areias brancas no nordeste do Amazonas. *Rev. Bras. Geoc.*, **33** (1): 41-50.

Horbe A.M.C., Horbe, M.A., Suguio, K., Laranjeira, R.B. 2001. Contribuição ao estudo das ocorrências de podzóis no noroeste do Amazonas. *In: SBG, Núcleo Norte, Simp. Geol. Amaz.*, 7, Belém. *Anais*, **1**: 70 – 74.

Horbe A.M.C., Nogueira A.C.R., Soares E.A.A., Souza V.daS. 1999. A lateritização na evolução morfológica da região de Presidente Figueiredo – Vila Balbina, Nordeste do Amazonas. *In: Simp. Geol. Amaz.*, 6, Manaus, *Anais*, **1**: 399-402.

Horbe A.M.C., Nogueira A.C.R., Horbe M. A., Costa M.L., Suguio K. 2001. A lateritização na gênese das superfícies de aplanamento da região de Presidente Figueiredo – Balbina, nordeste do Amazonas. *In: Contribuições à Geologia da Amazônia*, 2: 148-176.

IBGE. 1995. *Mapa Geomorfológico do Brasil (escala 1: 5.000.000)*. Rio de Janeiro: IBGE, 112 p.

IBAMA. 1990. *Manual de recuperação de áreas degradadas pela mineração: Técnicas de revegetação*. Brasília: IBAMA. 96 p.

- Igreja H.L.S., Franzinelli, E. 1990. Estudos neotectônicos na região do baixo rio Negro – Centro-Nordeste do estado do Amazonas. *In: Cong. Bras. Geol.*, 36, Natal. *Anais*, 5: 2099-2108.
- IPT. 2006. *Bases para o aprimoramento competitivo de pequenos empreendimentos oleiro-cerâmicos*. Curso realizado de 16 a 18 de Março de 2006. Iranduba, Amazonas.
- Junk W.J. 1979. Recursos hídricos da região amazônica: utilização e preservação. *In: supl. Acta Amazônica*, 9 (4): 37-51.
- Junk W.J. & Piedade M.T. F. 1997. Plant life in the floodplain with special reference to herbaceous plants. *In: Junk W.J. The Central Amazon floodplain ecology of a pulsing system*. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, p. 147-185.
- Kistler P. 1954. *Historical resume of the Amazon Basin*. PETROBRAS/ RENOR, Belém, Rel. Interno.
- Kopezinski I. 2000. *Mineração versus meio ambiente: considerações legais, principais impactos ambientais e seus processos modificadores*. UFRGS, Rio Grande do Sul.
- Latrubesse E., Franzinelli, E. 2002. The holocene alluvial plain of the middle Amazon river, Brazil. *Geomorphology*, 44: 241-257.
- Lourenço R.S., Montalvão, R.M.G., Pinheiro, S. da S., Fernandes, P.E.C.A., Pereira, E.R., Fernandes, C.A.C., Teixeira, W. 1978. *In: BRASIL. Projeto RADAM. Geologia da Folha SA.20-Manaus*. Rio de Janeiro, DNPM, Geologia, Levantamento de Recursos Naturais.
- Magnago H., Barreto R.A.A., Pastore U. 1978. *In: BRASIL. Projeto RADAM. Vegetação da Folha SA.20-Manaus*. Rio de Janeiro, DNPM, Vegetação, Levantamento de Recursos Naturais, 18.
- Mannarino R.P. 2005. Impactos sócio-econômico da entrada do gás natural na matriz energética do Amazonas. *T&C Amazônia*, 6.
- Motta J.F.M., Zanardo A., Cabral Jr.M. 2001. As matérias-primas cerâmicas. Parte I: O perfil das principais indústrias cerâmicas e seus produtos. *Cerâmica Industrial*, 2 (6): 28-39.
- Neri J.T.C.F., Silva W.P., Santos Z.T.S., Medeiros G.G. 2000. Conversão de fornos cerâmicos para gás natural – a experiência do CTGÁS no Rio Grande do Norte. *In: Conferência de óleo e gás*, Rio de Janeiro.
- Nesi J.R., Carvalho V.G.D. 1999. *Minerais Industriais do Estado do Rio Grande do Norte*. CPRM, Recife, 156 p.
- Nogueira A.C.R., Silva Júnior, J.B.C. da; Horbe, A.M.C., Soares, J.L.; Monteiro A.D. 2003. A gênese dos níveis silicificados da Formação Alter do Chão, Cretáceo Superior da Bacia do Amazonas. *In: Simp. Geol. Amaz.*, 8. Anais.
- Nogueira A.C.R., Vieira, L.C., Suguio, K. 1999. Paleossolos da Formação Alter do Chão, Cretáceo - Terciário da Bacia do Amazonas, regiões de Presidente Figueiredo e Manaus. *In: SBG, Simp. Cretáceo do Brasil*, 5, Rio Claro. *Boletim de resumos*: 261-266.
- Pinto C. A. S., Carvalho J. S., Guimarães I. O., Carvalho P. S. S., Araújo R. L. C. 2002. Caracterização geológica de corpos argilosos do Distrito Oleiro de Iranduba (AM), por meio de sondagens elétricas verticais. *In: SBG, Cong. Bras. Geol.*, 41, João Pessoa. *Resumos*: p. 364.
- Pinto U.R. 1993. *Consolidação da Legislação Mineral e Ambiental*. 2 ed. Brasília, DMG, 359 p.

Pracidelli S., Melchiades, F.G. 1997. Importância da composição granulométrica de massas para cerâmica vermelha. *Cerâmica Industrial*, **1-2**: 31-35.

Price L.I. 1959. Dentes theropoda num testemunho de sonda no estado do Amazonas. *Resumo das comunicações*, Academia Brasileira de Ciências, Rio de Janeiro, **31** (2): 15.

Reis N.J. 2005. Magmatismo máfico mesozóico no Escudo das Guianas. *In*: Costa, João Batista Sena. O papel do embasamento pré-cambriano no desenvolvimento dos sistemas de riftes mesozóicos e evolução paleogeográfica do Litoral Norte do Brasil. FINEP/PETROBRAS, Belém, Relatório, CD-ROM.

Reis N.J., Figueiredo, E.S. 1983. *Projeto Turfa do Médio Amazonas*. CPRM, Manaus, 69 p.

Rezende W.M., Brito C.G. 1973. Avaliação geológica da Bacia Paleozóica do Amazonas. *In*: Cong. Bras. Geol., **27**, Aracaju. *Anais*, **3**: 227-245.

Ribeiro M.N.G., Adis J. 1984. Local rainfall variability - a potencial bias for bioecological studies in the Central Amazon. *Acta Amazônica*, **14**: 159-174.

Riker, S.R.L. 2005. *Argilas da região de Boa Vista – Roraima: mineralogia, geoquímica e aplicação tecnológica*. Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Amazonas, 182 p.

Rodrigues A.F. da S., Woeltje G.R., Tavares E.P. 2000. *Projeto Argila: Regularização e levantamento ambiental do setor oleiro nos municípios de Iranduba e Manacapuru*. Relatório Final. DNPM/MME, Manaus, 62 p.

Ross J.L.S. 1991. Relevo Brasileiro: as superfícies de aplanamento e os níveis morfológicos. *Rev. Dep. Geografia*, **5**: 7-24.

Ross J.L.S. 1985. Relevo brasileiro: uma nova proposta de classificação. *Rev. Dep. Geografia*, **4**: 25-39.

Rozo, J. M. G., Carvalho, A. S., Nogueira, A. C. R. 2003. Análise morfológica de depósitos holocênicos do rio Amazonas, setor ilha do Careiro-ilha Grande do Soriano. *In*: Simp. Geol. Amaz., **8**. *Anais*.

Saadi A., Bezerra F.H.R., Costa R.D.da, Igreja H.L.S., Franzinelli E. 2005. Neotectônica da Plataforma Brasileira. *In*: Souza, Celia Regina de Gouveia; Suguio, Kenitiro; Oliveira, Antonio Manoel dos Santos; Oliveira, Paulo Eduardo de. *Quaternário do Brasil*. Holos, Riberão Preto, 382 p.

Salati A., Shubart H.O.R, Junk W., Oliveira A.E de. 1983. *Amazônia: Desenvolvimento, Integração e Ecologia*. Brasiliense, Brasília.

Salvador A .R.F., Miranda J.de S. 2002. *Recuperação de Áreas Degradadas*. Pós-Graduação em Gestão Ambiental pelo IETEC. Disponível em: [http://www.sobrade.com.br/textos/trabalhos/recuperacao\\_de\\_areas\\_degradadas.htm](http://www.sobrade.com.br/textos/trabalhos/recuperacao_de_areas_degradadas.htm).

Santos P.deS. 1975. *Tecnologia de argilas*. Ed. Edgar Blucher, São Paulo. 2 v.

Santos J.O.S., Moreira A.S., Pessoa M.R., Oliveira J.R. de, Malouf R.F., Veiga Jr. J.P., Nascimento J.O. do 1974. *Projeto Norte da Amazônia, Domínio Baixo Rio Negro, Geologia da Folha SA.20-Z*. DNPM/CPRM, Manaus, Relatório Final.

Santos J.O.S. 1974. Considerações sobre a bacia cenozóica do Solimões. *In*: Cong. Bras. Geol., **27**, Porto Alegre. *Anais*, **1**: 3-11.

Santos M.do C.N. dos. 2001. *Os impactos provocados pela exploração de substâncias minerais de emprego imediato na construção civil na área do Tarumã - município de Manaus*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Amazonas.

SEBRAE. 1995. *Diagnóstico sócio-econômico e cadastro empresarial de Iranduba*. Departamento de Estudos e Pesquisas, Manaus, 62 p.

Sezzi G. 2004. World production and consumption of ceramic tile. *Ceramica World Review*, **14** (58): 54-71.

Silva Jr. J. B. C., Carvalho J. S. 2003. Caracterização física e estratigráfica de sedimentos cenozóicos da região de Iranduba e Manacapuru por meio de levantamentos geoeletricos. *In: Congr. Inic. Científ. Univ. Fed. Amaz.*, 12, Manaus, *Anais*: p. 67.

Silva Jr. J. B. C., Carvalho J. S., Araújo R. L. C., Silva R. M. 2003. Comportamento geoeletrico de sedimentos argilosos cenozóicos ocorrentes na região de Iranduba e Manacapuru, sudoeste de Manaus. *In: SBGf*, Congr. Intern. Soc. Bras. Geofísica, 8, Rio de Janeiro. *Anais*.

Silva C.L., Carvalho, J.S., Costa, S.S., Alecrim, J.D. 1994. Considerações sobre neotectonismo na cidade de Manaus (AM) e áreas adjacentes: uma discussão preliminar. *In: Cong. Bras. Geol.*, 38, Camboriú. *Anais*: 251-252.

Silva C.L., Crosta A.P., Morales N., Borges M.S., Costa S.S., Horbe M.C., Jimenez-Rueda J.R., Horbe A.M. 2003. Análise morfotectônica da região sudoeste de Manaus por meio de Modelo Digital de Terreno. *In: Simp. Geol. Amaz.*, 8, Manaus, *Resumos Expandidos*, 1 CD-ROM.

Soares E.A.A., Silva, C.L., Nogueira, A.C.R., Suguio, K., Barros, D.S., Santos, W.H.D. 2001. Os depósitos quaternários na confluência dos rios Negro e Solimões, municípios de Iranduba e Manacapuru, Amazonas. *In: SBG Núcleo Norte, Simp. Geol. Amaz.*, 7, Belém. *Anais*: 19-22.

Souza C.R., Lima R.M.B. 2005. *Produção sustentável de lenha em Iranduba e Manacapuru, AM*. Disponível em: <[http://www.embrapa.br/noticias/artigos/folder.2005-02-02.1550581232/artigo.2005-12-05.2603825814/mostra\\_artigo](http://www.embrapa.br/noticias/artigos/folder.2005-02-02.1550581232/artigo.2005-12-05.2603825814/mostra_artigo)>.

Truckenbrodt W. 2004. Introdução ao estudo de argilominerais e a importância do clima na formação destes minerais em solos e sedimentos. UFAM, Manaus, 30 p. Apostila.

Vieira L.C. 1997. Análise faciológica da Formação Alter do Chão (Cretáceo-Terciário) na Região de Manaus – AM. *In: Cong. Inic. Cient.*, 9, *Anais*: 166 p.

Wanderley Filho J.R. 1991. *Evolução estrutural da bacia do Amazonas e sua relação com o embasamento*. Dissertação de Mestrado – Curso de Pós-graduação em Geologia e Geoquímica, Centro de Geociências, Universidade Federal do Pará, 125 p.

Woeltje G.R., Bezerra D.A., Mamede P. 2002. *Monitoramento ambiental de áreas degradadas pela atividade de mineração 2001–PPA–2003: Monitoramento ambiental da mineração de argila nos municípios de Iranduba e Manacapuru*. Manaus, MME/DNPM/AM, Relatório Interno.

#### **SITES CONSULTADOS** (Informações diversas)

Associação Brasileira de Cerâmica - [www.abceram.org.br](http://www.abceram.org.br)  
Departamento Nacional da Produção Mineral – DNPM - [www.dnpm.gov.br](http://www.dnpm.gov.br)  
Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE - [www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br)  
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA - [www.embrapa.gov.br](http://www.embrapa.gov.br)  
Superintendência da Zona Franca de Manaus - SUFRAMA - [www.suframa.gov.br](http://www.suframa.gov.br)  
Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Habitat - [www.cidades.gov.br](http://www.cidades.gov.br)



## 16 – Dados Físicos de Produção

---

Consulta Bibliográfica	Publicação	115
Reconhecimento Geológico	km <sup>2</sup>	4.500
Estações de campo	Número	75
Registro de Ocorrências Minerais	Número	75
Furos de trado – quantidade	Número	12
Furos de trado – metros perfurados	m	66,25
Furos de Trado – amostras coletadas	Número	24
Amostras de Rocha Coletadas	Número	6
Amostras de Sedimento Coletadas	Número	16
Análise Petrográfica	Lâmina	8
Análise Mineralógica (difração de Raios-X)	Amostra	32
Química de Óxidos Maiores	Amostra	30
Elementos Traços	Amostra	30
Análise Granulométrica	Amostra	45
Analises Palinológicas	Amostra	14
Ensaio Cerâmicos Preliminares	Amostra	10

## 17 – Agradecimentos

---

À Dra. Norma Maria da Costa Cruz da Divisão de Paleontologia – DIPALE pela análise palinológica de amostras da área de estudo;

Ao Setor de Geoprocessamento da Gerência de Relações Institucionais e de Desenvolvimento - GERIDE-MA, através do Sr. Supervisor Amaro Ferreira e Técnico Aldenir Justino de Oliveira, pelo apoio na preparação de bases cartográficas e digitalização do mapa geológico e de estações e da Tec. de Informação Maria Tereza Dias na formatação digital deste relatório e confecção de figuras;

À Seção de Documentação da SUREG-MA, através da bibliotecária Maria Gilda Spener e dos estagiários Jean Charles Racene e Claudiane Ferreira da Silva, pela organização das referências bibliográficas;

Ao Geólogo Renê Luzardo da SUREG-MA pelas descrições petrográficas de sedimentos argilosos residuais e aluvionares;

Aos auxiliares de campo do Serviço Geológico do Brasil, Luiz Rodrigues Ferreira, Luiz dos Santos Ramires e Valdir Ferreira Nogueira, pelo inestimável apoio nas atividades campo concernentes a execução de furos de trado;

A Dra. Adriana M. Coimbra Horbe e do Discente Marcelo Batista Motta do Departamento de Geociências da Universidade Federal do Amazonas – UFAM, pela realização das análises por Difração de Raios-X e comentários analíticos;

A Dra. Tânia Pimentel e Orlando Cruz do Laboratório Temático de Solos e Plantas - LTSP do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA, pelas análises granulométricas realizadas;

À estagiária Priscila Rodrigues de Lima do curso de Geologia da Universidade Federal do Amazonas – UFAM, pela condução na migração de dados de campo para meio digital;

Aos acadêmicos do curso de economia da Universidade Federal do Amazonas - UFAM: Marco Antônio Pereira, Fernanda Pinheiro de Queiróz, Luiz Cesar Teixeira da Silveira, Mário César Pereira Franco, Albertina de F. S. de Santana, Rineida Liege Barbosa dos Santos, Simonelle Paulain Santana, Ana Carolina da Cruz Ribeiro e Elison Ferreira da Silva, pelo trabalho de obtenção de informações através do preenchimento de questionários junto às indústrias cerâmicas para atendimento ao tema “socioeconomia”;

Ao supervisor da Gerência de Geologia e de Recursos Minerais - GEREMI, Silvio Roberto Lopes Riker, pelas discussões geológicas;

Aos ceramistas que tão bem nos acolheram por ocasião da visita de nossos funcionários as indústrias cerâmicas e também pela contribuição com as informações necessárias para a realização do estudo socioeconômico;

Ào DNPM 8º Distrito pela disponibilidade de informações através dos geólogos Gert Woeltje, Nereu Heidrich e Fernando Burgos.