

AUTOR: PAULO ROBERTO PIRES

**CARACTERIZAÇÃO SÓCIO-ECONÔMICA E AMBIENTAL DA ATIVIDADE  
DO TRATAMENTO DE QUARTZITO NA REGIÃO DE OURO PRETO**

Orientador: Professor Dr. Jorge Adílio Penna

Ministério da Educação  
Universidade Federal de Ouro Preto  
Núcleo – PROÁGUA  
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental  
Campus – Morro do Cruzeiro – ICEB – CEP: 35.400-000  
Fone: (31) 3559-1725  
Email: [proagua@iceb.ufop.br](mailto:proagua@iceb.ufop.br)

Ouro Preto – MG  
Agosto de 2007

# **Livros Grátis**

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

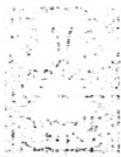
PAULO ROBERTO PIRES

**CARACTERIZAÇÃO SÓCIO-ECONÔMICA E AMBIENTAL DA ATIVIDADE  
DO TRATAMENTO DE QUARTZITO NA REGIÃO DE OURO PRETO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação do Departamento de Engenharia Ambiental da Universidade Federal de Ouro Preto, como parte integrante dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Engenharia Ambiental, área de concentração: Recursos Hídricos.

Orientador: Professor Dr. Jorge Adílio Penna

Ouro Preto – MG  
Agosto de 2007



**UFOP**  
Universidade Federal  
de Ouro Preto

Ministério da Educação  
Universidade Federal de Ouro Preto  
Programa de Mestrado em Engenharia Ambiental  
ICEB - Campus – Morro do Cruzeiro  
Ouro Preto – MG – CEP 35.400-000  
Fone: (031)3559-1725  
E-mail: [proagua@iceb.ufop.br](mailto:proagua@iceb.ufop.br)

*“Caracterização Sócio-Econômica e Ambiental da Atividade do Tratamento de Quartzito na Região de Ouro Preto”*

*Autor: Paulo Roberto Pires*

Dissertação defendida e aprovada, em 29 de agosto de 2007, pela banca examinadora constituída pelos professores:

---

Professor Dr. Jorge Adílio Penna - Orientador  
Universidade Federal de Ouro Preto

---

Professora Dr.ª. Carla Maria Mendes Lacerda  
Centro de Educação Tecnológica de Ouro Preto

---

Professor Dr. Cornélio de Freitas Carvalho  
Universidade Federal de Ouro Preto

P667c

Pires, Paulo Roberto.

Caracterização sócio-econômica e ambiental da atividade do tratamento de quartzito na Região de Ouro Preto [manuscrito] / Paulo Roberto Pires. - 2007.

xvi, 147f. : il. color., grafs., tabs. mapas.

Orientador: Prof. Dr. Jorge Adílio Penna.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Ouro Preto. Instituto de Ciências Exatas e Biológicas. Programa de pós-graduação em Recursos hídricos. Pró-água.

Área de concentração: Engenharia ambiental.

1. Quartzito - Ouro Preto (MG) - Teses. 2. Quartzito - Resíduos - Teses.  
I. Universidade Federal de Ouro Preto. II. Título.

CDU: 552.1(815.1)

## DEDICATÓRIA

---

A

*Percy da Luz Pires e Eva Ramos Pires, meus pais*

*Maria Aparecida Pires, José Carlos Pires, Luiz Alberto Pires, Fernando*

*Antônio Pires e Maria Regina Pires, meus irmãos*

*Mercês Pinto de Alcântara, minha companheira*

*Igor Alcântara Pires e Iuri Alcântara Pires, meus filhos*

**DEDICO**

## AGRADECIMENTO

---

Manifesto o meu agradecimento a todos aqueles que participaram e/ou contribuíram para o desenvolvimento deste trabalho, em especial:

- Aos professores responsáveis pelo Programa de Pós-Graduação do Departamento de Engenharia Ambiental da Universidade Federal de Ouro Preto e colegas da turma de 2002 pela oportunidade concedida;
- Ao meu orientador, Prof. Dr. Jorge Adílio Penna, pela paciência, compreensão, dedicação, confiança e amizade;
- Ao Prof. Dr. Eucler Paniago, primeiro coordenador do mestrado e ao Prof. Dr. Cornélio de Freitas Carvalho, atual Coordenador, pela compreensão e confiança;
- Aos Profs., Dr. Antenor Rodrigues Barbosa Júnior e Sr. João Luiz Martins, pelo incentivo;
- Aos Profs. César Mendonça Ferreira, Dr. Cristovam Paes de Oliveira, Prof. José Alberto Alves de Brito Pinheiro, Dra. Rosa Malena Fernandes Lima, Dra. Mirian Lúcia Chiqueto e Sr. Tim Paul Stotts, pela colaboração;
- Aos proprietários das empresas Comércio de Pedras Santa Edwiges, Comércio de Pedras JJ, Sr. José Antônio, Pedras Decorativas Ouro Preto, Sr. André Sampaio Santos, pela colaboração efetiva, principalmente na obtenção dos dados sócio-econômicos;
- Aos Srs. José Nicolau Novaes, Carlos Novaes, Maurício Novaes, proprietários da Itacolomy Pedras Decorativas;
- Ao Sr. Thiago Sampaio, proprietário do Comércio de Pedras Itacolomy Ltda.;
- Ao Sr. Davison Lopes Lima, proprietário do Comércio Quartzito Ouro Preto Ltda.;
- Ao Sr. Osmar Fritscher Puperi, proprietário da QTZ - Quartzito do Brasil;
- Aos trabalhadores da QTZ - Quartzito do Brasil, Itacolomy Pedras Decorativas, Comércio de Pedras Itacolomy Ltda.;
- Ao CEFET Ouro Preto, pela oportunidade e apoio;
- À Professora Mariza Andrade Macedo Rosa, pela colaboração e amizade;
- À Fabrícia Coelho de Freitas Zanetti, Aprígio A. de Jesus e Carlúcio Lacerda, pela colaboração;
- Aos colegas Profs. Oscar Vítor Fernandes, Sebastião Ribeiro Júnior, Paulo Roberto Borges, Cristina Rocha Alves e Cássia Aparecida Rabelo, pela colaboração, incentivo e apoio.

## RESUMO

---

O quartzito é uma rocha que, após passar por tratamento relativamente simples, torna-se um produto de valor econômico considerável por suas características estéticas, físicas e mecânicas, servindo principalmente para o revestimento de pisos e paredes internas e externas. A região de Ouro Preto possui várias empresas que trabalham o quartzito com esse fim, localizadas, em sua maioria, às margens da Rodovia dos Inconfidentes, no trecho entre esta cidade e a vizinha Mariana, ambas em Minas Gerais. Essa atividade utiliza técnicas como serragem, desbaste e polimento da rocha, gerando rejeitos oriundos do corte e desbaste, além de grande consumo de água para resfriamento e diminuição das poeiras nos processos de serragem e polimento. O presente trabalho procurou caracterizar essa atividade, analisando as características históricas, sócio-econômicas e ambientais e, em especial, a relação dos volumes dos rejeitos gerados em função da área serrada e dos volumes trabalhados e o consumo de água também por área serrada. A metodologia empregada baseou-se em medições de campo, levantamentos históricos e entrevistas com os proprietários, encarregados e operários das empresas pesquisadas. Os resultados mostraram que a atividade gera ainda poucos empregos, mas tem um potencial promissor. O consumo de água é da ordem de 320L/m<sup>2</sup> de pedra serrada e os rejeitos representam em média 45% do volume trabalhado com um aproveitamento de 80% em termos de área bruta serrada. A água residuária, oriunda do processo de serragem do quartzito, apresenta em média uma concentração de sólidos totais de 24,2g/L, sendo 98,5% em suspensão.

**PALAVRAS-CHAVE:** Tratamento de Quartzito; Rejeitos do Tratamento de Quartzito; Consumo de Água no Tratamento de Quartzito.

## **ABSTRACT**

---

Quartzite is a kind of rock that after a simple process becomes a product of great economic value due to its esthetic characteristics as well as its physical and mechanical applications serving primarily as a tile covering for interior and external walls. The region surrounding Ouro Preto has many companies which utilize quartzite for this purpose. The majority of them are located along the Inconfidentes Road between Ouro Preto and its neighboring city, Mariana, both located in Minas Gerais. The processing of quartzite utilizes techniques such as sawing, rough-hewing and polishing the rock. This process generates a residue and consumes much water necessary for cooling the rock and machinery and to control airborne dust. This research focused on analyzing the historical and socio-economic aspects, the environmental impact, especially in relation to the volume of residual waste material generated from sawing, and the volume of finished product and amount of water needed for cooling. The methodology used was based on the size of the operation, historical research and interviews with the company's owners, supervisors and employees. The results of this research showed that this industry still generated few jobs but has great and promising potential. The consumption of water required is 320 liters per square meter of rock saw dust residue. This residue represents on average 45% of the area worked with 80% of this being profitable in terms of area sawed. The water used in the process of sawing the quartzite has on average a total concentration per liter of 24.2 grams of solids with 98.5% held in suspension.

**Key words:** Processing of Quartzite; Waste in the production process of Quartzite Products; Water Consumption in the production process of Quartzite Products.

## SUMÁRIO

---

Folha de aprovação .....	ii
Dedicatória .....	iii
Agradecimentos .....	iv
Resumo .....	v
Abstract .....	vi
Lista de Tabelas .....	ix
Lista de Figuras .....	xi
Lista de Abreviações, Símbolos e Siglas .....	xiv
<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>01</b>
<b>2. OBJETIVO GERAL .....</b>	<b>05</b>
<b>3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....</b>	<b>06</b>
<b>4. JUSTIFICATIVA .....</b>	<b>07</b>
<b>5. REVISÃO DA LITERATURA .....</b>	<b>08</b>
<b>5.1 Quartzito: caracterização e exploração .....</b>	<b>08</b>
<b>5.2 Histórico .....</b>	<b>10</b>
<b>5.3 Classificação das rochas ornamentais e de revestimento .....</b>	<b>15</b>
<b>5.4 Panorama do setor de rochas ornamentais e de revestimento .....</b>	<b>20</b>
<b>5.5 Situação brasileira .....</b>	<b>22</b>
5.5.1 Exportações brasileiras em 2006 .....	24
<b>5.6 Inserção do estado de Minas Gerais .....</b>	<b>25</b>
5.6.1 Exportações estaduais .....	28
5.6.2 Perspectivas do Brasil e do estado de Minas Gerais .....	31
<b>5.7 Caracterização da área de trabalho .....</b>	<b>36</b>
<b>5.8 Lavra .....</b>	<b>37</b>
<b>5.9 Agregados .....</b>	<b>41</b>
<b>6. METODOLOGIA .....</b>	<b>42</b>
<b>6.1 Localização da área de estudo .....</b>	<b>42</b>
<b>6.2 Aspectos gerais da história da utilização do quartzito na construção civil .....</b>	<b>44</b>
<b>6.3 Aspectos particulares da história da utilização do quartzito na região de Ouro Preto .....</b>	<b>45</b>
<b>6.4 Conhecimentos dos métodos e técnicas usualmente empregados no tratamento do quartzito, com foco especial na região de Ouro Preto .....</b>	<b>46</b>
<b>6.5 Descrição dos diversos produtos gerados com o tratamento do quartzito e suas aplicações .....</b>	<b>47</b>
<b>6.6 Conhecimento dos aspectos sócio-econômicos envolvidos na atividade de tratamento do quartzito em Ouro Preto .....</b>	<b>47</b>

<b>6.7 Proposta e avaliação de parâmetros para se estabelecer a relação entre o consumo da água no tratamento do quartzito e a quantidade de bens produzidos</b>	48
<b>6.8 Proposta e avaliação de parâmetros para se obter a relação entre a quantidade de rejeitos gerados na atividade de tratamento do quartzito e a quantidade de bens produzidos</b>	49
<b>6.9 Proposta e avaliação de parâmetros para se estabelecer a relação entre a quantidade de rejeitos gerados e a produção de peças desdobradas e/ou almofadadas</b>	50
<b>6.10 Proposta e avaliação de parâmetros para se estabelecer a relação entre a qualidade da água utilizada no tratamento do quartzito e os bens produzidos</b>	51
<b>7. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS</b>	52
<b>7.1 Síntese das entrevistas sobre a história da exploração, do tratamento, da utilização e da comercialização do quartzito em Ouro Preto</b>	52
7.1.1 Das origens ao final do século XIX	52
7.1.2 Do século XX aos tempos atuais	61
7.1.2.1 <u>Surgimento e desenvolvimento das empresas</u>	61
7.1.2.2 <u>Diversificação e desenvolvimento dos produtos: dos blocos primitivos ao quartzito polido e ao cristal Brasil</u>	65
7.1.3 Comentários do pesquisador	68
<b>7.2 Tratamento do quartzito na região pesquisada</b>	69
<b>7.3 Produto do tratamento do quartzito</b>	81
<b>7.4 Características sócio-econômicas das empresas pesquisadas</b>	92
<b>7.5 Relação entre o consumo da água no tratamento do quartzito e a quantidade de bens produzidos</b>	103
<b>7.6 Relação entre a quantidade de rejeitos gerados na atividade de tratamento do quartzito e a quantidade de bens produzidos</b>	115
7.6.1 Peças serradas	115
7.6.2 Peças desdobradas/almofadadas	118
<b>7.7 Caracterização da água residuária da operação de serragem do quartzito e sua relação com a quantidade de bens produzidos</b>	121
<b>7.8 Impactos dos rejeitos finais (polpa) e sólidos do tratamento do quartzito: efeitos deletérios e soluções mitigadoras</b>	123
7.8.1 Rejeitos finos e sólidos: efeitos poluentes	123
7.8.2 Soluções mitigadoras dos impactos do tratamento do quartzito	125
<b>8. CONCLUSÕES/RECOMENDAÇÕES</b>	132
Bibliografia	136
Anexos	141

## LISTA DE TABELAS

---

Tabela 1 Produção de rochas ornamentais no Brasil em 2005 .....	023
Tabela 2 Distribuição regional da produção de rochas ornamentais nos estados brasileiros em 2005 .....	024
Tabela 3 Principais produtos brasileiros exportados pelo setor de rochas ornamentais em 2006 .....	025
Tabela 4 Principais produtos de rochas ornamentais exportados pelo estado de Minas Gerais em 2006 .....	029
Tabela 5 Empresas participantes da pesquisa .....	047
Tabela 6 Número de funcionários diretos e indiretos por empresas.....	092
Tabela 7 Volume de material recebido por mês por empresa.....	094
Tabela 8 Origem do material .....	094
Tabela 9 Tipos de produtos por empresas .....	095
Tabela 10 Faturamento mensal das empresas.....	096
Tabela 11 Custo nas empresas .....	098
Tabela 12 Relação faturamento x custo com pessoal .....	098
Tabela 13 Relação faturamento x custo com energia .....	099
Tabela 14 Relação faturamento x custo com equipamentos.....	100
Tabela 15 Nível de tecnologia .....	101
Tabela 16 Relação entre disco de corte e produtividade .....	101
Tabela 17 Colocação de produtos no mercado .....	103
Tabela 18 a Vazão de água na serragem do quartzito.....	104
Tabela 18 b Vazão da água na serragem do quartzito .....	105
Tabela 19 a Índice de aproveitamento do quartzito na empresa A (1) .....	105
Tabela 19 b Índice de aproveitamento do quartzito na empresa A (2) .....	106
Tabelas 20 a Índice de aproveitamento do quartzito na empresa B (1) .....	107
Tabela 20 b Índice de aproveitamento do quartzito na empresa B (2) .....	108
Tabela 20 c Índice de aproveitamento do quartzito na empresa B (3) .....	108
Tabela 21 Índice de aproveitamento do quartzito na empresa E .....	109

Tabelas 22 Dados da empresa A para obtenção da relação produtividade x consumo da água .....	111
Tabela 23 Dados da empresa B para obtenção da relação produtividade x consumo de água .....	112
Tabela 24 Dados da empresa E para obtenção da relação produtividade x consumo de água .....	112
Tabela 25 Bens produzidos x Consumo de água .....	114
Tabela 26 Dados da empresa A para cálculo do índice de rejeitos .....	115
Tabela 27 Dados da empresa B para cálculo do índice de rejeitos .....	116
Tabela 28 Dados da empresa E para cálculo do índice de rejeitos .....	116
Tabela 29 Índices de aproveitamento do quartzito após utilização das duas metodologias .....	117
Tabela 30 Dados da empresa B para cálculo da relação rejeito x peças desdobradas/almofadadas (1ª medição) .....	118
Tabela 31 Dados da empresa B para cálculo da relação rejeito x peças desdobradas/almofadadas (2ª medição) .....	118
Tabela 32 Dados da empresa B para cálculo da relação rejeito x peças desdobradas/almofadadas (3ª medição) .....	118
Tabela 33 Dados da empresa B para cálculo da relação rejeito x peças desdobradas/almofadadas (4ª medição) .....	118
Tabela 34 Produtividade e aproveitamento após desdobramento/almofadagem do quartzito .....	119
Tabela 35 Índice de rejeito após desdobramento/almofadagem do quartzito .....	120
Tabela 36 Bens Produzidos x Rejeitos Produzidos .....	121
Tabela 37 Resultados das análises de sólidos das amostras da água residuária das operações de serragem das rochas de quartzito .....	122
Tabela 38 Bens produzidos x Carga de sólidos totais.....	123

## LISTA DE FIGURAS

---

Figura 1 Lajões de quartzito com poucas variações de cores.....	009
Figura 2 Granito Amarelo Maracujá – exemplo de rocha homogênea.....	017
Figura 3 Granito Verde Van Gogh – exemplo de rocha movimentada .....	017
Figura 4 Mármore “Agiamarine” classificado como rocha clássica.....	018
Figura 5 Granito Vermelho Capão Bonito classificado como rocha clássica.....	018
Figura 6 Granito Cinza Mauá classificado como rocha comum.....	019
Figura 7 Granito Ás de Paus classificado como rocha comum .....	019
Figura 8 Granito Azul Bahia classificado como rocha excepcional.....	020
Figura 9 Granito Azul Neugramar classificado como rocha excepcional .....	020
Figura 10 Evolução anual do faturamento das exportações brasileiras de rochas ornamentais.....	022
Figura 11 Mapa de localização das principais regiões produtoras de rochas ornamentais na região sudeste.....	027
Figura 12 Evolução do faturamento das exportações de rochas ornamentais do Espírito Santo e Minas Gerais .....	028
Figura 13 Evolução da participação percentual dos estados do Espírito Santo e Minas Gerais no valor das exportações brasileiras de rochas ornamentais.....	030
Figura 14 Evolução das ardósias e quartzitos foliados de Minas Gerais.....	031
Figura 15 Rocha de Quartzito Polido apresentada na 23ª Vitória Stone Fair .....	033
Figura 16 Rocha de Quartzito Polido apresentada na 23ª Vitória Stone Fair.....	034
Figura 17 Rocha de Quartzito Polido apresentada na 23ª Vitória Stone Fair.....	034
Figura 18 Quartzito apresentado como quadro artístico na 23ª Vitória Stone Fair .....	035
Figura 19 Estandes de Quartzito, novidade apresentada na 23ª Vitória Stone Fair.....	035
Figura 20 Quartzito Ouro Preto, com coloração característica branca, amarelo e rosa .....	037
Figura 21 Exploração do quartzito na região de Ouro Preto, por bancos e blocos irregulares .....	038
Figura 22 Extração manual aproveitando-se os planos de fraturas do quartzito e usando-se cunha e marreta.....	039

Figura 23 Mapa de localização das empresas pesquisadas na região de Ouro Preto/Mariana.....	043
Figura 24 Mapa do quadrilátero ferrífero com as localizações das principais cidades da região .....	044
Figura 25 Coluna de quartzito em porão de residência particular .....	054
Figura 26 Colunas de quartzito em porão do antigo Hotel Pilão.....	055
Figura 27 Pátio da Escola de Minas.....	056
Figura 28 a Piso de Capristana na Rua Alvarenga – Bairro Cabeças.....	057
Figura 28 b Piso de Capristana na Rua Amália Bernhauns – Bairro Centro.....	057
Figura 29 Muro de arrimo em Pedra Seca, no Adro da Igreja de São Francisco de Assis – Bairro: Centro .....	058
Figura 30 Rua São José, ressaltando a nova pavimentação – Bairro Centro.....	059
Figura 31 Lajões da Rua Bernardo Guimarães – Bairro Rosário.....	060
Figura 32 Piso de quartzito polido, Museu de Mineralogia da Escola de Minas .....	066
Figura 33 Máquina de serrar Monobloco Móvel.....	070
Figura 34 Máquina de serrar Monobloco Fixa .....	070
Figura 35 Troca do disco da serra.....	071
Figura 36 Regulagem do sistema de resfriamento.....	072
Figura 37 Descarregamento de lajões.....	073
Figura 38 Desdobramento do quartzito .....	074
Figura 39 Processo de almofadar lajotas .....	075
Figura 40 Acerto de lajota irregular.....	076
Figura 41 Prensa motorizada de 20 toneladas .....	077
Figura 42 Prensa hidráulica de 60 toneladas .....	078
Figura 43 Máquina de polimento manual .....	080
Figura 44 Máquina de polimento automático .....	081
Figura 45 a Ladrilho serrado.....	082
Figura 45 b Ladrilho serrado .....	083
Figura 45 c Ladrilho serrado .....	083
Figura 46 a Ladrilho serrado almofadado .....	084
Figura 46 b Ladrilho serrado almofadado .....	084
Figura 47 a Ladrilho cortado a mão .....	085

Figura 47 b Ladrilho cortado a mão .....	086
Figura 47 c Ladrilho cortado a mão e tamborado .....	086
Figura 47 d Ladrilho cortado a mão .....	087
Figura 47 e Ladrilho cortado a mão .....	087
Figura 48 Lajota irregular .....	088
Figura 49 Filete.....	089
Figura 50 Ladrilho polido .....	090
Figura 51 a Cubos .....	091
Figura 51 b Cubos tamborados .....	091
Figura 52 Bloco .....	092
Figura 53 Descarte do rejeito fino .....	124
Figura 54 Descarte dos rejeitos sólidos nas encostas às margens da ferrovia .....	124
Figura 55 Descarte dos rejeitos sólidos da empresa A .....	126
Figura 56 Disposição dos rejeitos sólidos (aparas) na pilha de rejeitos da empresa A .....	126
Figura 57 Carregamento de areia doada à Prefeitura de Mariana pela empresa A.....	127
Figura 58 Carregamento de aparas doadas à Prefeitura de Mariana pela empresa B.....	127
Figura 59 Tanque de decantação dos rejeitos finos da empresa A .....	128
Figura 60 Tanque de retenção das águas finais da empresa A .....	129
Figura 61 Filtro prensa.....	130
Figura 62 Gramíneas e árvores para recuperação da mata ciliar do Córrego Seco .....	131

## **LISTA DE ABREVIATURAS, SÍMBOLOS E SIGLAS**

---

ABIROCHAS – Associação Brasileira da Indústria de Rochas Ornamentais  
a. C. – Antes de Cristo

ANFO – Ammonium Nitrate e Fuel Oil – Nitrato de Amônia e Óleo Diesel

APA – Área de Proteção Ambiental

Arrend. – Arrendamento

Br – Brasil

Cr\$ – Cruzeiros

CEFET OP – Centro Federal de Educação Tecnológica de Ouro Preto

CAT 320 CL – Escavadeira Caterpillar

CEMIG – Centrais Elétricas de Minas Gerais

Cia. – Companhia

cm – Centímetro

cm<sup>2</sup> – Centímetro quadrado

cm<sup>3</sup> – Centímetro cúbico

Com. – Comércio

COMIG – Companhia Mineradora de Minas Gerais

CONAMA – Conselho Nacional do Meio-Ambiente

CTB – Caldeiraria Técnica Brasileira

cv – Cavalo vapor

d – densidade

DECAT – Departamento de Engenharia de Controle e Automação e Técnicas  
Fundamentais

DEGEO – Departamento de Geologia

Dr. – Doutor

EFVM – Estrada de Ferro Vitória – Minas

ES – Espírito Santo

Equip. – Equipamento

EUA – Estados Unidos da América

FCA – Ferrovia Centro-Atlântica

FEAM – Fundação Estadual do Meio Ambiente

FIEMG – Federação das Indústrias do Estado de Minas Gerais  
g – Grama  
g/cm<sup>3</sup> – Grama por centímetro cúbico  
g/L – Grama por litro  
HP – Horse Power – Cavalo Vapor  
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística  
ICEB – Instituto de Ciências Biológicas  
Ind. – Indústria  
IPHAN – Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional  
l - Litro  
L/m<sup>2</sup> – Litro por metro quadrado  
L/seg. – Litro por segundo  
Ltda – Limitada  
kg – Quilograma  
km – Quilômetro  
km<sup>2</sup> – Quilômetro quadrado  
m – Metro  
m<sup>2</sup> – Metro quadrado  
m<sup>3</sup> – Metro cúbico  
m.a. – Milhões de anos  
m/d – Massa por densidade  
MG – Minas Gerais  
min. – Minuto  
ml/l – mililitro por litro  
mm. – Milímetro  
m/v – Massa por volume  
nº - número  
NCM – Nomenclatura Comum do Mercosul  
NP-5 – Especificação de Cordel Detonante  
Prof. – Professor  
QZT – Quartzito  
R\$ – Real

RPM – Rotação por minuto

s – Segundo

S - Sul

SCTDE – Secretaria da Ciência, Tecnologia e Desenvolvimento Econômico do Estado de São Paulo

Seg. – Segundo

SiO<sub>2</sub> – Sílica

SPHAN – Secretaria do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional

Sr. – Senhor

t – Tonelada

TELEMIG – Telecomunicações de Minas Gerais

UC's – Unidade de Conservação

UFOP – Universidade Federal de Ouro Preto

UNESCO – Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura

v- Volume

v – Volts

VW 31.320 – Especificação/modelo de caminhão basculante

W - Oeste

US\$ - Dólar

≈ - Aproximadamente

% - Por cento

" – Polegada

## 1. INTRODUÇÃO

---

A pedra natural é utilizada pelo homem desde a Antigüidade para a confecção de armas, utensílios e habitações, período este que ficou conhecido como a Idade da Pedra. As civilizações egípcia, grega e romana aprimoraram o emprego da pedra natural, tanto para fins estruturais quanto para fins ornamentais.

As rochas ornamentais são classificadas comercialmente como granitos e mármore, além dos quartzitos, ardósias e serpentinitos, entre outras, que também são valorizadas comercialmente. Uma outra classificação diz respeito à sua estética e orientação.

A utilização das rochas ornamentais e de revestimento está relacionada às suas propriedades mineralógicas, físicas e mecânicas e ao seu aspecto estético-decorativo. Estudos mais aprimorados sobre as características mineralógicas e tecnológicas têm sido exigidos pois, dependendo dos resultados, sua aplicabilidade pode ser na construção civil, como revestimento interno e/ou externo, na arte funerária ou, ainda, como peças isoladas na ornamentação, transformadas em objetos artísticos e esculturais, além de pias e lavatórios, entre outras utilizações.

A ocorrência de rochas ornamentais no Brasil é muito ampla devido à sua geodiversidade, apresentando granitos, mármore, quartzitos, ardósias e serpentinitos, entre outras. Esse fato faz com que o mercado de rochas ornamentais brasileiro não se abale por causa de desequilíbrios na demanda, pois sempre existem produtos que atendem às exigências do mercado.

As explorações de rochas ornamentais podem ser realizadas em matacões ou em maciços rochosos. A lavra dos matacões ainda é utilizada no Brasil por apresentar menor custo em relação à exploração em maciços, que exige mão-de-obra qualificada, planejamento de lavra, entre outros requisitos que resultam em uma operação de maior complexidade técnica.

O setor de rochas ornamentais tem gerado muitas expectativas tanto para o mercado interno quanto para o externo. Os investimentos, embora lentos e com algumas burocracias, têm sido feitos na exploração, no beneficiamento e na comercialização.

Para tanto, os empresários de rochas ornamentais estão se conscientizando da necessidade de mudanças, procurando, assim, uma melhor caracterização mineralógica e tecnológica das rochas e a modernização dos parques industriais. Isso é devido, em parte, à necessidade de atendimento a determinados segmentos de consumo interno e, em parte, à necessidade de se adequar a exigências do mercado externo.

Nas atividades industriais modernas, em diferentes áreas de metalurgia, química, fertilizante, cimento, construção civil, elétrica, etc. pode-se usar e transformar bens minerais, gerando produtos manufaturados inimagináveis pelos nossos antepassados. Esses produtos permitem a execução de nossas tarefas usuais com eficiência e certo conforto.

Diferentemente de outros recursos naturais, tais como os de origem vegetal ou animal, a maioria dos recursos minerais não é renovável, e a sua extração ocorre numa velocidade bem maior do que aquela com que eles se formam (milhares ou mesmo milhões de anos). Uma vez lavrados e utilizados, esses recursos podem não mais se formar na escala de tempo de uma vida humana. Decorre daí a disponibilidade finita de bens minerais, pelo menos em termos dos tipos de depósitos que se conhecem atualmente e que se está habituado a lavar. Uma estimativa de duração de reserva de um dado bem mineral pode ser visualizada, de uma forma simples, pela razão entre sua reserva e sua produção atuais.

Acrescente-se que se está cada vez mais consciente de que a sua produção e uso devem ser conduzidos em paralelo com a preservação do meio ambiente. A produção e o uso inadequados dos bens minerais podem, direta ou indiretamente, levar a diferentes formas de degradação ambiental, outrora de efeitos locais ou regionais, mas agora mais amplos (aquecimento global, chuva ácida, deterioração da camada de ozônio, poluição de reservatórios de água, etc.). Assim, não só a provável futura escassez dos bens minerais é preocupante, mas também as conseqüências nocivas, de sua lavra e tratamento.

A região de Ouro Preto é um importante centro brasileiro de lavra e tratamento de quartzitos plaqueados ou folheados, utilizados como materiais de ornamentação e revestimento. Sua produção constitui uma atividade econômica importante do município, gerando empregos também para moradores das cidades vizinhas. O potencial econômico da extração de quartzitos ficou evidenciado no início

dos anos 50, e a exploração das jazidas da serra de Ouro Preto se intensificou na década de 70. Durante mais de meio século, a exploração dessas jazidas trouxe duas consequências importantes: enriquecimento de alguns grupos reduzidos e geração de problemas ambientais.

O quartzito produzido na região de Ouro Preto tem amplo uso na construção civil, seja como elemento estrutural (base de edificações e muros de contenções), pisos (passeios públicos e pátios) seja como elemento decorativo (revestimento de paredes). É vendido em Belo Horizonte, em outros estados e inclusive no exterior, recebendo o nome comercial de pedra Ouro Preto. Sua produção envolve componentes técnicos, ambientais e sócio-econômicos de grande relevância.

O tratamento de quartzito na região de Ouro Preto tem gerado uma grande quantidade de rejeitos, além de outros materiais oriundos eventualmente do processo de serragem e polimento da rocha. Esse aumento substancial da disposição de rejeitos devido ao tratamento inadequado do quartzito tem afetado, de forma sistemática e crescente, os ecossistemas da região.

Tal como o tratamento, a produção do quartzito é feita utilizando-se conhecimentos empíricos da jazida, ferramentas manuais e nenhum planejamento da lavra, o que caracteriza a atividade como tipicamente garimpeira. Tal atividade, com frequência, provoca danos ambientais cujos impactos são difíceis de ser minimizados pelos próprios garimpeiros, sem uma melhor orientação de entidades, empresas e profissionais habilitados. A lavra de quartzito, como a maioria das rochas ornamentais e de revestimento, gera uma quantidade muito grande de rejeitos e estéreis, que são depositados em áreas vizinhas, sem qualquer controle. O capeamento, os estéreis e outros materiais eventualmente não aproveitados no processo de serragem e polimento da rocha são depositados nas proximidades da lavra. Em termos ambientais, parte da região em que ocorre a lavra está inserida dentro da Área de Proteção Ambiental da Cachoeira das Andorinhas, em que também estão situadas as nascentes do Rio das Velhas, afluente da margem direita do Rio São Francisco, e fornecedor importante de água ao sistema de abastecimento da região metropolitana de Belo Horizonte. A outra parte da lavra se situa em área ligada à Bacia do Rio Doce.

Apesar dos problemas apontados, ainda que realizada de forma organizacional e tecnicamente tão precária, a exploração do quartzito na área em estudo

tem gerado empregos para uma população carente, que tem nessa atividade sua única fonte de renda. Assim sendo, qualquer intervenção isolada ou aleatória no processo, como atualmente se desenvolve, pode levar a conflitos sócio-econômicos de grande magnitude.

Acredita-se, contudo, que estudos mais aprofundados sobre o conjunto dos aspectos que caracterizam a exploração do quartzito em Ouro Preto e região poderão apontar soluções viáveis para alguns dos problemas identificados. E é justamente desse tema que trata a presente pesquisa.

## **2. OBJETIVO GERAL**

---

Este trabalho tem como objetivo geral conhecer e avaliar o processo de tratamento e comercialização da rocha de quartzito realizada por empresas no município de Ouro Preto, considerando-se os aspectos históricos, técnicos, ambientais e sócio-econômicos dessa atividade na região, com vistas a identificar possíveis soluções para alguns problemas evidenciados.

### **3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

---

O presente trabalho desenvolvido principalmente na região de Ouro Preto apresenta os seguintes objetivos específicos:

1. pesquisar aspectos gerais da história da utilização do quartzito na construção civil, com destaque para a região de Ouro Preto;
2. conhecer os métodos e técnicas usualmente empregados no tratamento do quartzito, mais especificamente na região de Ouro Preto;
3. descrever os diversos produtos gerados com o tratamento do quartzito bem como suas aplicações, com foco especial para a região em estudo;
4. conhecer os aspectos sócio-econômicos envolvidos na atividade de tratamento do quartzito em Ouro Preto;
5. propor e avaliar parâmetros que relacionem o consumo e a alteração da qualidade da água na atividade de tratamento do quartzito com a quantidade de bens produzidos em Ouro Preto;
6. propor e avaliar parâmetros que relacionem a quantidade de rejeitos gerados na atividade de tratamento do quartzito com a quantidade de bens produzidos no âmbito da região em estudo;
7. indicar possíveis soluções para reduzir os impactos da atividade de tratamento do quartzito, em especial no consumo e na qualidade da água e também na disposição dos rejeitos.

#### 4. JUSTIFICATIVA

---

Na região em estudo, observa-se um aumento substancial na disposição desordenada de estéreis, devido à exploração irregular de quartzito, o que tem afetado diretamente a capacidade de recuperação dos ecossistemas. A escavação dos depósitos de quartzito envolve a remoção do solo superficial e das rochas de capeamento. Uma grande quantidade de estéreis é produzida devido ao processo de seleção dos blocos de melhor qualidade. O capeamento, os estéreis e outros materiais eventualmente não aproveitados no processo são depositados nas proximidades da lavra.

Especificamente nas unidades de beneficiamento, situadas às margens da rodovia dos Inconfidentes, são acumulados os rejeitos das serrarias. Normalmente esses rejeitos são depositados aleatoriamente nas margens e encostas da rodovia, próximos às indústrias de serragem e polimento, sem qualquer preocupação com o desconforto dos transeuntes, com o desagradável impacto visual, com a geração de finos e com o consumo e a contaminação da água.

Além disso, a região de exploração do quartzito encontra-se inserida na Área de Proteção Ambiental (APA) Cachoeira das Andorinhas, com uma extensão de 18.700 hectares, criada em 16 de outubro de 1989 sob o Decreto nº30264 pelo governo de Minas Gerais. Considerada patrimônio natural de reconhecido valor histórico, cultural, paisagístico, turístico e de rara beleza cênica, tal área se insere na vertente norte da serra de Ouro Preto, cuja vertente sul, tombada pela Secretaria do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (SPHAN), emoldura o entorno histórico da cidade de Ouro Preto.

Outra justificativa relevante é a falta de literatura técnica sobre a caracterização dos rejeitos da atividade de tratamento do quartzito, bem como do consumo e alteração da qualidade da água utilizada no processo.

Tais problemas, já identificados e denunciados por vários técnicos e especialistas, ainda estão a exigir soluções que atenuem seus impactos negativos, sendo esse desafio o que justifica a presente pesquisa.

## 5. REVISÃO DA LITERATURA

---

### 5.1 Quartzito: caracterização e exploração

O quartzito é uma rocha metamórfica, composta quase que inteiramente de grãos de quartzo. Sua origem está relacionada com a ação de processos metamórficos desenvolvidos principalmente sobre rochas sedimentares ricas em quartzo, tais como arenitos e cherts (rochas ricas em sílica amorfa). De maneira subordinada, podem também derivar do metamorfismo de veios de quartzo ou de rochas vulcânicas muito silicosas (Hyndman, 1972).

Os arenitos podem se transformar em quartzitos de duas maneiras. A primeira, através da circulação de fluidos, desenvolvida em condições de pressão e temperatura baixas, que preenchem os espaços existentes entre os grãos de quartzo do arenito com um cimento rico em sílica ( $\text{SiO}_2$ ). Quando a rocha formada sob estas condições é quebrada, as fraturas se desenvolvem sobre os grãos originais. Este tipo de quartzito, conhecido como ortoquartzito, não se trata propriamente de uma rocha metamórfica, porque os grãos minerais originais ainda estão preservados, assim como estão também preservados os planos de estratificação e outras estruturas sedimentares da rocha original.

A outra maneira se dá em condições de alta pressão e temperatura, geralmente encontradas quando os arenitos são tectonicamente colocados em zonas profundas da terra. Nesse caso, os grãos de quartzo dos arenitos se recristalizam e todos os vestígios dos sedimentos originais são apagados. O resultado é uma rocha metamórfica chamada *quartzito*.

Com muita frequência, os quartzitos apresentam mica na sua constituição (sericita, muscovita e mais raramente fucsita), o que evidencia a presença de matriz argilosa na constituição dos arenitos originais (Person, 1946).

Geralmente, o quartzito é uma rocha compacta, muito resistente e também difícil de ser trabalhada, com cores que não variam muito (figura 1), razões pelas quais seu uso na área da construção civil é relativamente limitado. Alguns quartzitos, por

terem sido formados sob condições tectônicas especiais, apresentam a facilidade natural de desenvolver placas com muita facilidade, que se separam ao longo de planos preferenciais de fraqueza, conhecidos como planos de foleação. Este tipo de propriedade favorece seu aproveitamento a custos mais baixos, pois facilita os processos de extração e de preparação do produto final. Às vezes, os quartzitos são friáveis, isto é, desagregam-se com muita facilidade, fator que dificulta seu aproveitamento como rocha ornamental.



**Figura 1 – Lajões de quartzito com poucas variações de cores**  
Fonte: Primária, junho/2007.

Os quartzitos são bastante valorizados por sua cor, alguns dos quais bastante raros, tais como os quartzitos azuis (quartzitos com durmotierita) produzidos na região oeste do estado da Bahia, nos municípios de Macaúbas, Oliveira dos Brejinhos e Boquira. Nessa categoria, podem também ser incluídos os quartzitos de cor verde (quartzitos com fucsita) encontrados no município baiano de Jaguarari.

Qualidades dos quartzitos:

- Alta resistência mecânica;
- Antideslizante (antiderrapante);
- Resistência ao aquecimento do sol;
- Alta resistência à ação de produtos químicos.

Usos mais comuns dos quartzitos:

- Colunas e bases de construções históricas;
- Revestimento decorativo de fachadas e paredes internas e externas;
- Construção de pisos internos e externos de alta resistência;
- Construção de mesas e objetos de adorno de alto valor;
- Material para artesanato mineral e indústria de bijouterias;
- Material abrasivo para preparação de instrumentos de corte;
- Matéria prima para a indústria siderúrgica (fundente à base de sílica);
- Fonte de sílica para usos diversos.

## 5.2 Histórico

Desde épocas imemoriais, a história dos homens confunde-se, por vezes, com a história das rochas, estando ambas, ao longo do tempo, intimamente ligadas. Sem dúvida, a religião foi o principal fator que levou a essa ligação, pois a pedra era o símbolo que melhor representava a ponte entre o céu e a terra. Datam de 8000 a.C., os primeiros registros de utilização das rochas pela humanidade, quando, na região localizada hoje entre a Síria e a Palestina, foi encontrado um menir empregado em adorações pré-históricas. A pedra era, inicialmente, utilizada na forma bruta ou pouco trabalhada.

Ainda na Antigüidade, por volta de 4.000 a.C., iniciou-se a utilização das rochas como adornos, formando-se, assim, o conceito de *Rocha Ornamental*. Foram exemplos dessas obras pioneiras as Tumbas Megalíticas e a cidade de Alexandria. As rochas da Antigüidade estiveram, inicialmente, ligadas à sua disponibilidade local e regional. Mais tarde, com o Império Romano e sua política expansionista, essas rochas passaram a ser, também, transportadas de regiões longínquas tais como a Ásia e a África (Costa, 2002).

Inicialmente, na Grécia, alastrando-se por Roma e demais cidades é que o mármore foi largamente empregado. Seu significado traduzia-se por brilho ou pedra que brilha. Na verdade a palavra não era só empregada para os mármore propriamente

ditos, como hoje são conhecidos, mas também para designar qualquer rocha que pudesse ser polida e utilizada como ornamento. Os gregos eram menos engenheiros e mais artistas e fizeram das rochas seu principal elemento de expressão. A primeira utilização de rochas como ornamento estético em edificações deveu-se a Péricles, que contratou o arquiteto Iclin e o escultor Phydias para reconstruir os templos de Atenas que haviam sido destruídos. Exemplo desses templos é o Parthenon, entre outros.

Entretanto, foi no Egito Antigo que a utilização das rochas ornamentais pela sociedade intensificou-se de maneira significativa, iniciando-se a exploração de várias pedreiras. Os egípcios, como se sabe, faziam uso das pedras para, principalmente, edificar grandes palácios e túmulos-monumentos para seus faraós. Foi nesse país, também, que se desenvolveram e se aprimoraram as técnicas tanto para aplicação como para extração das rochas. Curiosamente, diferente do que se poderia esperar, os arquitetos egípcios não buscavam na utilização das rochas uma expressão estética. O conceito de esteticidade entre eles só veio a estabelecer-se no quinto século antes de Cristo.

Mais tarde, o Império Romano, partindo das técnicas egípcias, edificou a base de todo seu domínio sobre as rochas. Roma expandiu-se pelo norte da África e Península Ibérica, difundindo a sua cultura e engenharia. Inúmeros são os exemplos do uso da pedra na arte e na engenharia romana. Entre outros, podem-se citar os aquedutos, o Coliseu e as estradas que ligavam todo o Império.

A queda do Império Romano gerou um período de estagnação na exploração das rochas, pois os invasores bárbaros e, mais tarde, os visigodos pouco fizeram além de destruírem parte das obras romanas na Península Ibérica e no centro do Império. Esse vazio persistiu até a invasão árabe da Península Ibérica. Mais uma vez, a religião foi o grande fomento da retomada da utilização das rochas como meio de expressão, e o mármore foi um dos principais elementos utilizados, como pode ser visto nas belezas arquitetônicas e artísticas do Palácio de Alhambra, em Granada. No fim do século II a.C., os mármore, até então utilizados em templos e edificações públicas, passaram a ser utilizados em casas particulares de autoridades e ricos mercadores romanos (Costa, 2002).

Segundo Rocha (1984), o primeiro mármore que o Brasil conheceu foi o *Pedra de Lioz*. Esse mármore, oriundo de Portugal, foi trazido pelos colonizadores com

o objetivo de demarcar as terras descobertas. Os registros das construções em pedra mais antigas que se conhecem no Brasil datam desse período colonial. A utilização de pedras era na forma de blocos com tamanhos variados, constituindo uma peça única para a confecção de degraus, soleiras, mesas e bancos, sendo tais blocos extraídos no próprio local e perdurando dessa forma até o fim da primeira metade do século XIX. Em cidades históricas ainda podem ser visitadas as obras deixadas pelos mestres de cantaria, resultando em um acervo valioso para o patrimônio e marcando uma época específica na arquitetura brasileira.

Depois da Proclamação da República (1889), com a necessidade de mão-de-obra especializada, chegou ao Brasil o português Carlos da Silva Rocha que era mestre em lavra e assentamento de mármore e granitos. Segundo Rocha (1984), esse português, após trabalhar em obras no Rio de Janeiro, fundou a Marmoraria Rocha com o objetivo de fabricar produtos acabados, reduzindo-se sua importação da Europa. Para que sua marmoraria se desenvolvesse, houve a necessidade de importar o primeiro tear de serrar mármore. Esse equipamento apresentava capacidade de reduzir blocos de 3 a 5 toneladas em placas de 2 a 4 centímetros. Com a ajuda da máquina de polir e lusturar mármore e a posterior descoberta do carborundum no fim do século XIX, aliadas aos conhecimentos de mestres vindos de Portugal, Itália e Espanha, a indústria brasileira do mármore foi-se aperfeiçoando.

A 1ª Guerra Mundial (1914-1918) trouxe a dificuldade de importação de mármore europeu. Vendo o estoque desse material se reduzindo, Carlos da Silva Rocha pesquisou o mármore nacional e resolveu viajar para o estado de Minas Gerais, onde descobriu o mármore branco na cidade chamada Mar de Espanha e, assim, foi explorada a primeira jazida do país. Esse mármore branco foi, primeiramente, denominado Mármore Branco Nacional, passando a Branco Mar de Espanha e depois Branco Neve. Com o final da guerra, a Itália acumulava uma enorme quantidade de blocos de mármore que foram vendidos a preços muito baixos. Diante dessa situação, a exploração da jazida de Mar da Espanha foi suspensa, pois o mármore nacional apresentava preços mais elevados que o europeu.

Após essa primeira tentativa de exploração de rochas ornamentais, outras foram surgindo no Rio de Janeiro e demais estados.

O avanço das técnicas de extração, aliado aos tratamentos e aplicações

adequadas das rochas ornamentais, vem dando a esse mercado um vigor que cresce a cada dia. A tudo isso soma-se a caracterização das rochas, de tal forma que traz, tanto ao usuário quanto ao produtor, a segurança do conhecimento de tecnologia de ponta, de modo a manter sempre o brilho e a beleza da natureza bruta, revestindo e sustentando as obras mais importantes da arquitetura e da arte.

As rochas ornamentais têm sido utilizadas como monumentos (esculturas), colunas, revestimentos externos e/ou internos, blocos de pavimentação, acabamentos, peças funerárias e decoração ambiental.

O quartzito, entre as demais rochas, tem tido tratamento aperfeiçoado manualmente, com o uso de ferramentas adequadas, apresentando-se pronto para ser utilizado em construções e equipamentos. Atua ora como elemento estrutural, ora como ornamentação e, muitas vezes, atende às duas funções.

Segundo Villela (2003), presente em toda a sucessão de estilos da arquitetura ocidental, a técnica do uso do quartzito chegou ao Brasil em meados do século XVI. Escolhido por Dom João III para ser o primeiro governador geral da colônia, Tomé de Souza trouxe da corte portuguesa, em 1549, Luís Dias, chamado mestre de pedraria. No período de colonização era comum os projetos virem já prontos de Portugal para serem aqui realizados, e os materiais a serem usados nas construções já vinham especificados.

Durante a segunda metade do século XVI e pelos dois séculos seguintes, o quartzito foi amplamente empregado nas construções civis, militares e religiosas brasileiras. A arquitetura aqui realizada recebia grande influência dos modelos europeus, transpostos através de projetos, mestres construtores, materiais e as chamadas “Ordenações Reais”, que estabeleciam regras para as construções. Nesse contexto, as pedras locais e também aquelas trazidas de Portugal eram um recurso essencial, tanto quanto o trabalho dos mestres canteiros.

A descoberta do ouro na Capitania das Minas Gerais, em 1698, atraiu rapidamente, para a região de Vila Rica, paulistas, portugueses e gente de diversas partes do Brasil. No início da ocupação, dificuldades de ordem material e técnica impediram a imediata reprodução dos modelos culturais portugueses, inclusive arquitetônicos, como ocorrera na região nordeste.

As construções de pedra argamassada ou seca – pedra sobre pedra, sem uso de argamassa – surgiram devagar. Nessa fase inicial, foram usados, para alvenarias, blocos avulsos de canga, nome dado ao minério de ferro. Essas alvenarias, depois de erguidas, eram revestidas. As peças de canga, quando entalhadas, apresentavam acabamento rústico devido à granulação grossa da rocha.

Em seguida, os quartzitos viriam a ser amplamente empregados em Vila Rica, principalmente nas bases (quartzito da região da Serra de Ouro Preto) e nas partes nobres das construções (cantaria). A cantaria em quartzito Itacolomi, aparente, com acabamento refinado e união das peças feita por encaixes ou argamassa, foi introduzida na arquitetura local para as obras do Palácio dos Governadores pelo engenheiro militar português José Fernandes Pinto de Alpoim, entre os anos de 1735 e 1738 (Villela, 2003).

A terceira fase do uso das rochas nas construções da Vila teve início por volta de 1755, com o emprego do esteatito, conhecido como pedra-sabão. As ornamentações encontraram a desejável maleabilidade nessa pedra talcosa comum na região. Com ela, o Aleijadinho criou seus frontões, portadas e esculturas.

Durante o século XVIII, o trabalho conjunto de mestres portugueses e a primeira geração de artistas mineiros, o emprego dos materiais pétreos locais e o aperfeiçoamento da arte de construir deram origem às obras de tipologias diversas que caracterizaram definitivamente a arquitetura colonial de Ouro Preto.

As alvenarias, que levam canga na alma, formam a mais pura expressão do barroco mineiro, revestidas com a mais branca cal, posteriormente substituídas pelos quartzitos das bases e muradas, juntamente com a cantaria em quartzito rosa do Itacolomi, em portais, cunhais e cimalkas que delineiam fachadas e enquadram ornatos de pedra sabão em uma harmonia cromática ímpar.

A vinda da corte de D. João VI e a chegada da missão francesa, no início século XIX, foram decisivas para o declínio do uso de quartzitos nas construções dos casarios. A adoção do estilo neoclássico, o emprego de novos materiais, a preferência pelos tijolos na execução das alvenarias e o fim do trabalho escravo levaram o ofício às vias de extinção. Conseqüentemente, perdeu-se a mão-de-obra especializada em trabalhar a pedra, material que foi ficando restrito a pavimentação das ruas, pisos, degraus de escadas e revestimento de paredes, em forma de placas (Villela, 2003).

A possibilidade de preservação da técnica surgiu com a criação da Oficina de Cantaria da Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP), iniciativa do Departamento de Mineração da Escola de Minas. Responsável pela oficina, o Sr. José Raimundo Pereira, “seu Juca”, trabalhou com a cantaria por vinte anos.

Autodidata, mestre Juca, transmitiu seus conhecimentos aos alunos da oficina, promovendo o renascimento do ofício.

Na Oficina de Cantaria, as pedras, em geral de quartzito Itacolomi, perdiam seu aspecto bruto ao serem entalhadas e afeiçoadas por “seu Juca” e seus alunos. Com técnica e habilidade, iam surgindo os relevos e contornos das futuras peças de ornamentação.

Graças às atividades da Oficina de Cantaria de Ouro Preto, a pedra entalhada tem reconquistado seu espaço ao ornamentar ambientes contemporâneos. O empenho de mestre Juca alcança mérito ainda maior por ter aberto novos horizontes de trabalho à população local.

A manutenção das atividades, além da questão de preservação de uma técnica tradicional em si, é imprescindível para os trabalhos de restauração dos monumentos. As peças de cantaria dos prédios históricos vêm sendo avariadas desde que construídos. Sem o trabalho dos canteiros, a substituição dessas peças não seria possível.

### **5.3 Classificação das rochas ornamentais e de revestimento**

Segundo Chiodi (1998), “as rochas ornamentais e de revestimento, também designadas pedras naturais e materiais de cantaria, abrangem os tipos litológicos que podem ser extraídos em blocos ou placas, cortados em formas variadas e beneficiados”.

Para Moya (1995), o termo rocha ornamental deve ser utilizado para designar:

“... rochas extraídas e trabalhadas para obter determinadas dimensões, especificações e formatos de uso corrente na construção civil, arte funerária, engenharia estrutural, etc. O termo inclui blocos de rocha bruta como material polido, mas não rocha britada ou moída usada como agregado ou reconstruída na forma artificial”.

Segundo Moreira (1994), as pedras de revestimento para construção podem ser classificadas da seguinte forma:

- pedra bruta natural: seixos rolados, canga, ardósias, quartzitos, etc.
- pedra cortada: gnaisses, quartzitos, ardósias, pedras xistosas, etc.
- pedra talhada para ruas (meio fio e paralelepípedos): gnaisses, quartzitos, etc.

-rochas em placas polidas ('granitos' e mármore): extraídos em blocos de matações ou de maciços rochosos, cortados em chapas, que são depois polidas.

O Sumário Mineral (1992) considera rocha ornamental: “apenas os mármore, travertinos e granitos que se destinam na forma de blocos para serragem e beneficiamento, não incluindo as outras do tipo pedra de cantaria ou talhe, tais como ardósia e quartzitos que são utilizadas sem polimento da face”.

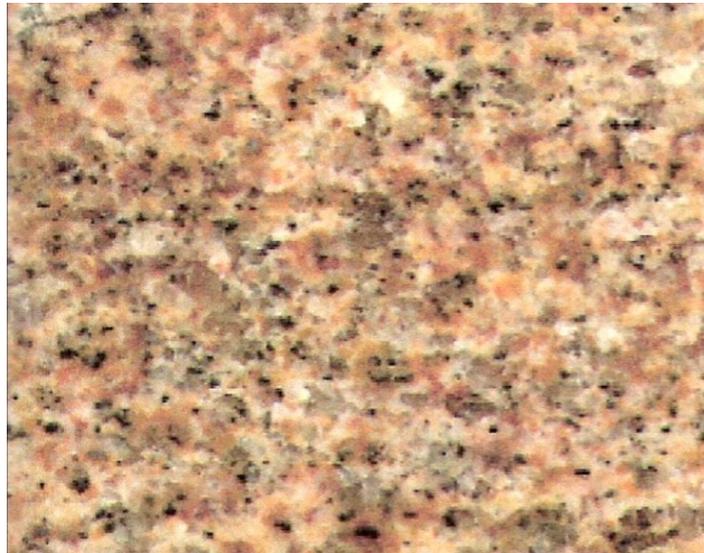
Comercialmente, as rochas ornamentais são classificadas de forma simplificada em granitos e mármore, incluindo-se, também, os quartzitos, os serpentinitos, os travertinos e as ardósias, sendo os quatro últimos incluídos nessa classificação por apresentarem também grande interesse econômico.

Os quartzitos são rochas metamórficas derivadas de arenitos por metamorfismo intenso, compostas essencialmente por quartzo. Quando esses quartzitos são constituídos por uma quantidade considerável de minerais micáceos (filossilicatos) podem apresentar foliação bem definida resultante da disposição preferencial destes minerais, como o quartzito São Tomé das Letras. A presença de alguns minerais acessórios como dumortierita, cianita e minerais opacos alterados pode determinar alterações na tonalidade dos quartzitos, que variam de azulado, cinza azulado a rosado. Comercialmente são conhecidos como quartzito São Tomé das Letras, Luminárias e Ouro Preto.

As rochas ornamentais são também classificadas segundo sua orientação e sua estética. No primeiro caso, são classificadas em homogêneas e movimentadas, e, no segundo, em clássicas, comuns e excepcionais.

As rochas homogêneas são aquelas que não sofreram nenhum tipo de deformação, aparentando um aspecto uniforme ao longo de toda a rocha (figura 2).

As rochas movimentadas são representadas por aquelas que sofreram algum tipo de deformação, podendo essa resultar em dobras e em falhas, o que imprime um aspecto de movimento à rocha (figura 3).



**Figura 2: Granito Amarelo Maracujá – exemplo de rocha homogênea**

Fonte: Flux Geo, 2000.

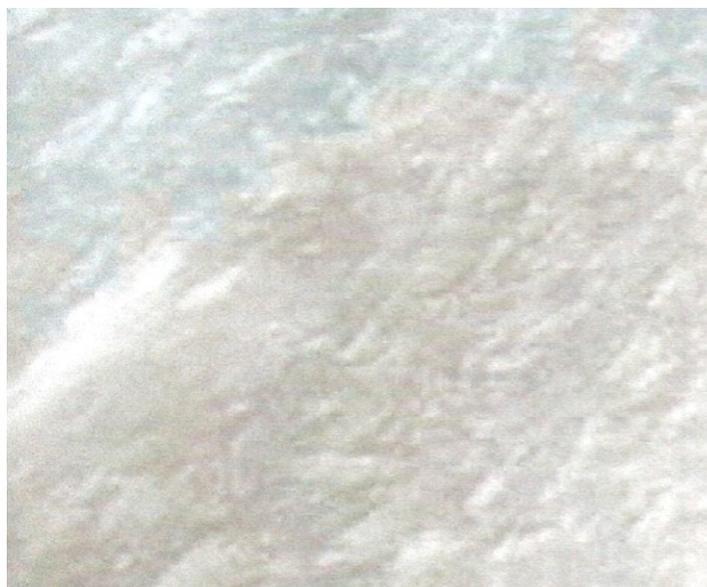


**Figura 3: Granito Verde Van Gogh – exemplo de rocha movimentada**

Fonte: SCTDE, 2000.

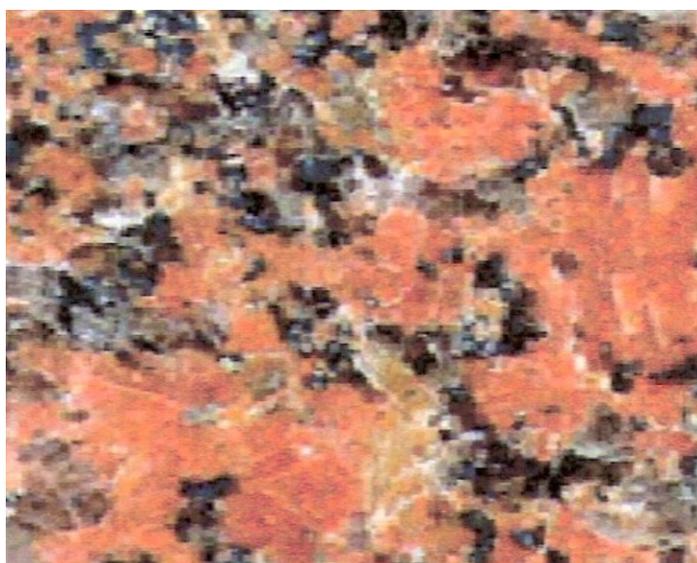
As rochas clássicas são aquelas de aspectos tradicional, que não sofrem influência das variações do mercado e são valorizadas por sua beleza. São exemplos de

rochas clássicas os mármore brancos e vermelhos e os granitos negros e vermelhos (figuras 4 e 5).



**Figura 4: Mármore “Agiamarine” classificado como rocha clássica**

Fonte: Arte Pedras, s.d.



**Figura 5: Granito Vermelho Capão Bonito classificado como rocha clássica**

Fonte: Motoki, s.d.

As rochas comuns, em sua maioria, são rochas empregadas em revestimentos, como os granitos e os mármore acinzentados (figuras 6 e 7), que não apresentam apelo usual de cor e forma.



**Figura 6: Granito Cinza Mauá classificado como rocha comum**

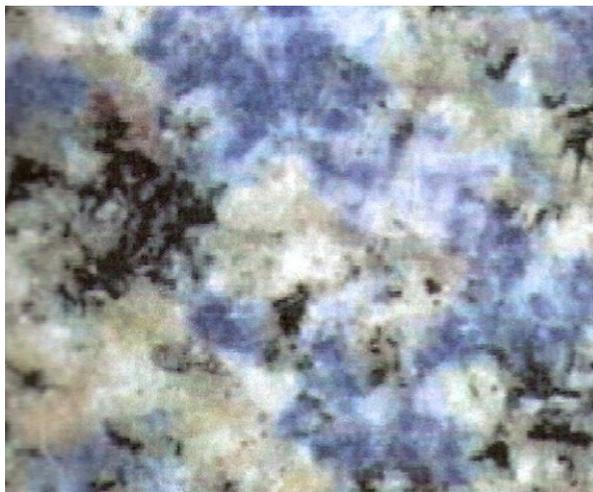
Fonte: SCTDE, 2000.



**Figura 7: Granito Ás de Paus classificado como rocha comum**

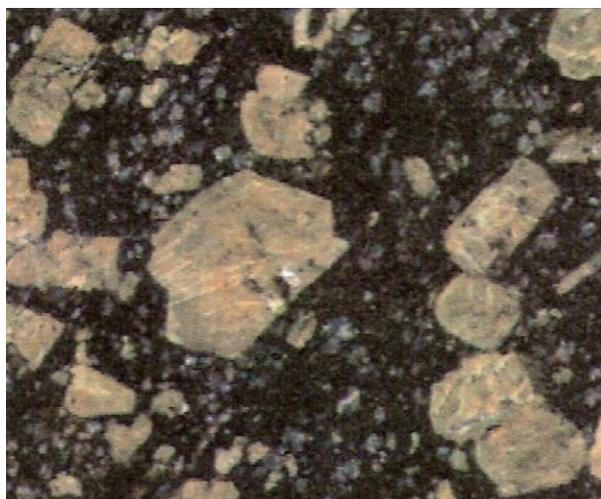
Fonte: Arte Pedras, s. d.

Por fim, as rochas excepcionais são aquelas utilizadas para peças isoladas. Os mármore e granitos azuis são, dentre outros, exemplos típicos dessa categoria (figuras 8 e 9).



**Figura 8: Granito Azul Bahia classificado como rocha excepcional**

Fonte: Motoki, s. d.



**Figura 9: Granito Azul Neugramar classificado como rocha excepcional**

Fonte: Flux Geo, 2000.

#### **5.4 Panorama do setor de rochas ornamentais e de revestimento**

A produção mundial de rochas ornamentais e de revestimento tem sofrido considerável incremento nos últimos anos.

Os materiais naturais de ornamentação e revestimento abrangem as rochas que podem ser extraídas em blocos ou placas, cortadas em formas variadas e que têm suas faces tratadas por meio de esquadrejamento, polimento, lustro, apicoamento e flameamento. Mármore, granito, ardósia, quartzito, serpentinito e pedra-sabão são as principais rochas utilizadas para ornamentação e revestimento de edificações.

Calcula-se que 80% da produção mundial é transformada em chapas e ladrilhos para revestimento, 15% é destinada à arte funerária e 5% tem outras formas de aplicação. Segundo Chiodi e Rodrigues (1999), a média internacional de preços para granitos situa-se entre US\$ 400 e US\$ 600/m<sup>3</sup>, inclusive os granitos brasileiros, e as cotações médias de preços dos mármore são entre US\$ 800 e US\$ 1.200/m<sup>3</sup>.

De uma produção mundial estimada em 82 milhões de toneladas/ano, que se desdobram em cerca de 884 milhões de m<sup>2</sup> de chapas, os mármore perfazem 58%, os granitos 36% e as ardósias 6% do total produzido (Dechamps, 2002).

A força do setor de rochas pode ser mensurada ao se considerar que a produção mundial evoluiu de 1,5 milhões de toneladas/ano na década de 1920, para o patamar atual de 81,25 milhões de toneladas/ano. O vigoroso incremento do mercado internacional caracterizou as décadas de 1980 e 1990 como “a nova idade da pedra”, destacando-se o setor de rochas como uma importante nova área de negócios minero-industriais.

As projeções de consumo/produção e exportações mundiais não apontam mudança de paradigmas na construção civil, indicando manutenção da tendência de crescimento do setor registrada nas últimas duas décadas. Prevê-se, nesses termos, que, em 2025, a produção mundial de rochas atingirá 320 milhões de toneladas/ano, multiplicando-se por oito as atuais transações internacionais (Dechamps, 2002).

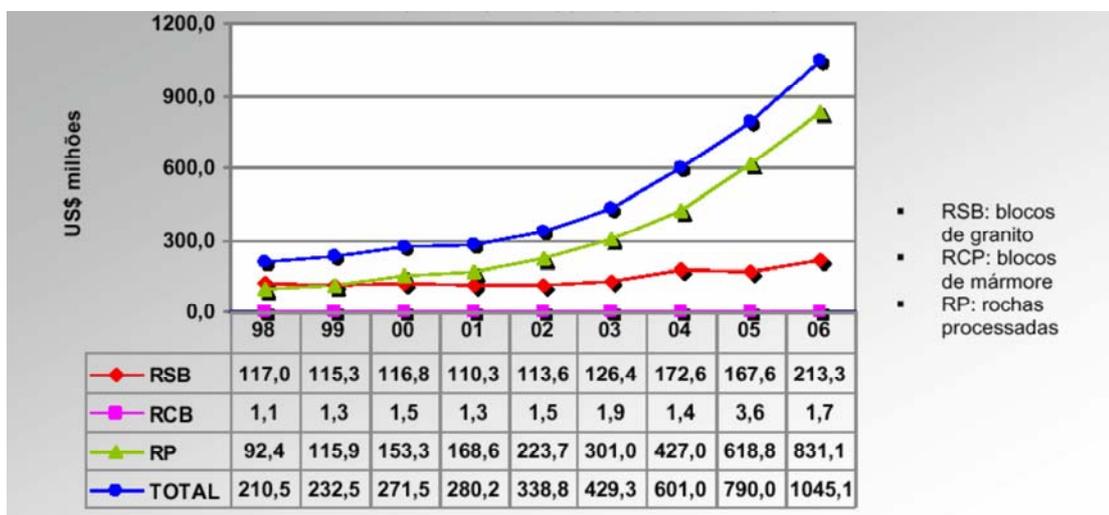
Cerca de 32,85 milhões de toneladas/ano de rochas brutas e beneficiadas são comercializadas no mercado internacional. Somando-se essas transações às dos mercados internos dos países produtores, bem como à comercialização de máquinas,

equipamentos, insumos e serviços, estima-se que o setor de rochas ornamentais e de revestimento movimentou US\$ 80 a 100 bilhões/ano.

Os maiores produtores e exportadores de rochas ornamentais em 2005 foram China, Índia, Itália, Brasil, Espanha e Turquia. A Índia e a China, embora apresentem uma estrutura precária, estão atraindo grandes investimentos, sendo esse um dos motivos pelos quais os dois países conseguiram superar o Brasil em produção de blocos. Como maiores consumidores estão China, EUA, Itália, Alemanha, Coreia do Sul e Japão.

### 5.5 Situação brasileira

O Brasil é um dos grandes produtores e exportadores mundiais de rochas ornamentais e de revestimento. Sua produção totaliza 6,9 milhões toneladas/ano, e as exportações de 2006 atingiram US\$ 1,045 bilhões, correspondentes a 2,589 milhões de toneladas (figura 10). Mantendo-se o crescimento de 31,5% ao ano, em valor, projetam-se patamares de US\$ 1,374 bilhões em 2007 e de US\$ 1,807 bilhões em 2008 para as exportações brasileiras.



**Figura 10: Evolução anual do faturamento das exportações brasileira de rochas ornamentais**

Fonte: Abirochas, 2006.

O Brasil vem passando por uma contínua evolução tecnológica no setor de rochas ornamentais no que diz respeito a equipamentos e acessórios utilizados, infra-

estrutura e caracterização das rochas, buscando, assim, novos tipos de utilização das rochas, melhor qualidade no processo produtivo e maior competitividade do setor. O mercado, tanto interno quanto externo, se revela cada vez mais exigente, fazendo com que o setor de rochas ornamentais busque a certificação de seus produtos.

A década de 90 é considerada um divisor no desenvolvimento da indústria de rochas ornamentais, pois, no final dos anos 80 e início dos 90, houve uma revolução neste setor, passando da fase de improvisação para a fase de profissionalização. Essa nova fase foi marcada por novos investimentos no setor, seguidos pela implantação de modernas tecnologias tanto na extração quanto no tratamento dos blocos, fazendo com que aumentasse a qualidade dos produtos para a exportação e para o consumo interno. Em consequência, os preços também se tornaram mais competitivos.

Estima-se a existência de 15.000 empresas do setor atuantes no Brasil, responsáveis pela agregação de 130.000 empregos diretos. As transações comerciais nos mercados interno e externo, incluindo-se negócios com máquinas e insumos, movimentam mais de US\$ 3,1 bilhões/ano. No mercado mundial, o Brasil coloca-se como 6º maior exportador de rochas em volume físico, 4º maior exportador de granitos brutos e 8º maior exportador de rochas processadas especiais (tabela 1).

O consumo interno aparente de rochas ornamentais e de revestimento no Brasil é estimado em 50 milhões de m<sup>2</sup>/ano, equivalente a 25 kg per capita. Espírito Santo, seguido por Minas Gerais, Bahia, São Paulo, Ceará, Rio Grande do Sul e Rio de Janeiro (tabela 2), são os maiores produtores. Os três primeiros concentram em torno de 80% da produção brasileira e representam os principais arranjos produtivos de lavra e tratamento.

**Tabela 1 - Produção de rochas ornamentais no Brasil em 2005**

<b>Tipo de rocha</b>	<b>Quantidade (toneladas)</b>	<b>Participação (%)</b>
Granito	3.900.000	57
Mármore	1.000.00	14
Ardósia	600.000	9
Quartzito	500.000	7
Pedra Miracema	200.000	3
Outros	700.000	10
<b>Total</b>	<b>6.900.000</b>	<b>100,0</b>

Fonte: Abirochas, 2006.

**Tabela 2 - Distribuição regional da produção de rochas ornamentais nos estados brasileiros em 2005**

<b>Região</b>	<b>Estado</b>	<b>Produção (t)</b>	<b>Tipos de rochas</b>
Sudeste	Espírito Santo	3.000.000	Granito e Mármore
	Minas Gerais	1.850.000	Granito, Mármore, Ardósia, Quartzito Foliado, Pedra-Sabão, Serpentinó
	Rio de Janeiro	250.000	Granito, Mármore e Pedra Miracema
	São Paulo	50.000	Granito
Norte e Nordeste	Bahia	400.000	Granito, Mármore, Travertino, Quartzito
	Ceará	360.000	Granito e Pedra Cariri
	Paraíba	120.000	Granito e Conglomerado
	Pernambuco	80.000	Granito
	Alagoas	40.000	Granito
	Rondônia	30.000	Granito
	Rio Grande do Norte	40.000	Granito e Mármore
	Pará	10.000	Granito
	Piauí	90.000	Pedra Morisca
Sul	Paraná	200.000	Granito, Mármore e outras
	Rio Grande do Sul	100.000	Granito e Basalto
	Santa Catarina	110.000	Granito
Centro-Oeste	Goiás	170.000	Granito e Quartzito Foliado
	<b>Total</b>	<b>6.900.000</b>	

Fonte: Abirochas, 2006.

### 5.5.1 Exportações brasileiras em 2006

Segundo Chiodi (2006), as exportações brasileiras de rochas ornamentais e de revestimento superaram todas as expectativas e projeções, rompendo as marcas de US\$ 1 bilhão e 2,5 milhões de toneladas em 2006. De janeiro a dezembro, essas exportações somaram US\$ 1,045 bilhão, correspondentes à comercialização de

2.589.425,58 toneladas de rochas brutas e processadas. Frente a 2005, registrou-se variação positiva de 32,30% no faturamento (tabela 3) e de 20,02% no volume físico comercializado, índices esses até ligeiramente superiores aos de 2005 (variação de 31,45% em valor e de 17,23% em peso). Tal desempenho é condizente com o quadro ainda positivo da economia mundial, não chegando a refletir os efeitos da desaceleração do mercado imobiliário residencial dos EUA.

**Tabela 3 – Principais produtos brasileiros exportados pelo setor de rochas ornamentais em 2006**

Produtos	Código da NCM	Faturamento (US\$ milhões)	Indicadores (Faturamento)	
			Participação BR (%)	Varição 2006/2005 (%)
Chapas beneficiadas de granito	6802.23.00 e 6802.93.90	688,30	65,86	+ 35,36
Blocos e chapas brutas de granito	2516.11.00 e 2516.12.00	200,00	19,14	+ 28,83
Produtos de ardósia	6803.00.00 e 2514.00.00	84,60	8,09	+ 23,04
Quartzitos foliados	6801.00.00	32,83	3,14	+ 20,48
Produtos de pedra-sabão	2526.10.00 e 6802.29.00	15,37	1,47	+ 91,17
Quartzitos maciços e plaqueados	2506.21.00 e 2506.29.00	12,06	1,15	+ 1,60
<b>Total</b>		1.033,16	98,86	+ 32,46

Fonte: Abirochas, 2006.

O faturamento mensal das exportações oscilou entre um valor mínimo de US\$ 60,19 milhões (janeiro) e um valor máximo de US\$ 106,7 milhões (julho), atingindo US\$ 85,7 milhões no mês de dezembro. O volume físico mensal exportado oscilou, por sua vez, entre 140,8 mil t (fevereiro) e 286,2 mil t (julho), registrando-se 221,0 mil t no mês de dezembro. Os números de julho representaram um recorde mensal histórico do setor de rochas brasileiro.

## 5.6 Inserção do estado de Minas Gerais

A região sudeste do Brasil detém a liderança nacional no setor de rochas ornamentais e de revestimento, respondendo por cerca de 74% da produção e 80% do consumo e das exportações brasileiras, e ainda concentrando um dos maiores parques mundiais de tratamento e comercialização dessas rochas.

Nesse contexto insere-se o Estado de Minas Gerais, com ótima situação geográfica em relação aos principais mercados regionais (São Paulo e Rio de Janeiro) e portos marítimos de exportação (Espírito Santo e Rio de Janeiro), além de um comprovado potencial geológico de diversas rochas de interesse comercial.

As condições de transporte constituem o principal aspecto positivo, destacável para a infra-estrutura do setor de rochas em Minas Gerais. A boa malha de rodovias federais e estaduais, bem como o melhor sistema ferroviário operante no Brasil, representado pela Estrada de Ferro Vitória - Minas (EFVM) e Ferrovia Centro-Atlântica (FCA), permitem ótimo escoamento da produção de blocos e chapas, tanto para os mercados consumidores da região sudeste brasileira, quanto para os principais portos marítimos que processam as exportações.

O porto mais usado pelas empresas na exportação dos granitos de Minas Gerais é o de Vitória, no Espírito Santo, que proporciona menores custos e melhores condições operacionais no que se refere a blocos. Na exportação dos produtos de quartzito, ardósia e pedra-sabão, o porto mais utilizado é o do Rio de Janeiro, que oferece melhores condições operacionais e de afretamento de *containers*.

O transporte de blocos de granito para o Porto de Vitória é efetuado, sobretudo, através de ferrovia, utilizando-se principalmente o modal rodoviário para transporte de quartzitos, ardósias e pedra-sabão até o porto do Rio de Janeiro. Como base de cálculo para a formulação de empreendimentos, pode-se referir que os custos de transporte, até as melhores alternativas portuárias, não excedem US\$ 25/t para blocos e US\$ 1/m<sup>2</sup> para chapas, independentemente do modal utilizado, considerando o ponto de partida o estado de Minas Gerais (figura 11).



**Figura 11: Mapa de localização das principais regiões produtoras de rochas ornamentais na região sudeste.**

Fonte: Abirochas, 2006.

Levantamentos efetuados pela Cia. Mineradora de Minas Gerais – COMIG - demonstram que o Estado de Minas Gerais é o segundo maior pólo minerador brasileiro de rochas em quantidade, primeiro em diversidade de materiais extraídos e segundo em volume físico e valor de exportações no setor.

Estima-se a existência de 160 frentes ativas de lavra, com uma produção de 1,85 milhões de t/a. Essa produção distribui-se por mais de 50 municípios, incluindo a extração de granitos (600 mil t/a), ardósia (590 mil t/a) e quartzitos foliados (400 mil t/a), além de serpentinitos, pedra-sabão, pedra-talco, pedra Lagoa Santa e pedra Preta Mariana, configurando quase 150 variedades comerciais colocadas nos mercados interno e externo.

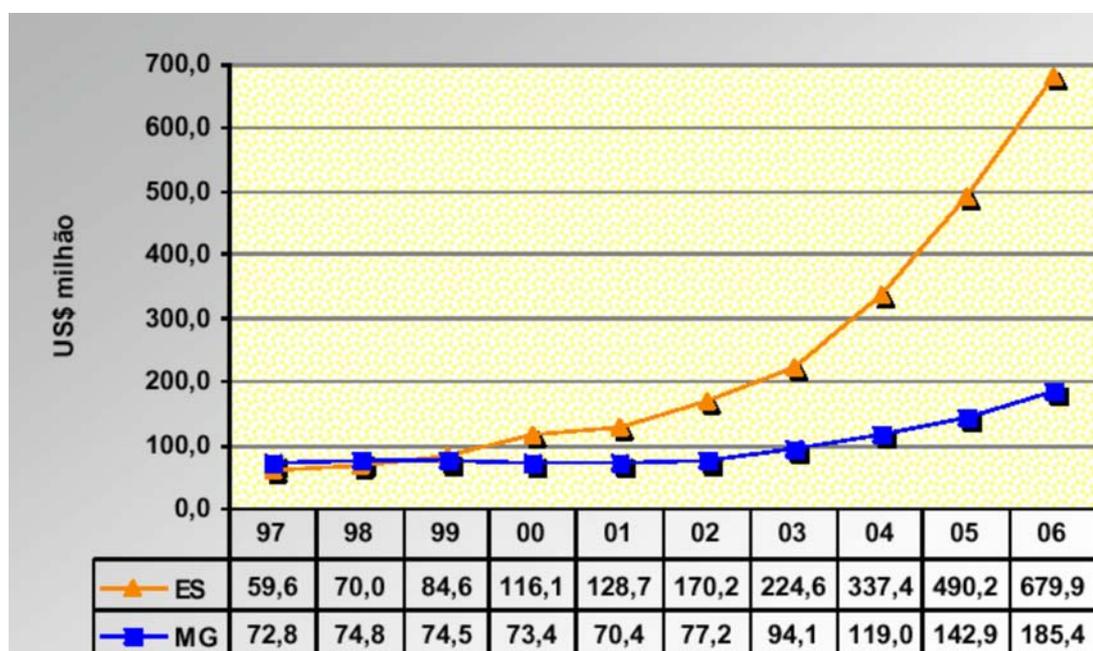
Cerca de 2.000 empresas atuam nos segmentos de lavra, tratamento e marmoraria em Minas Gerais, representando investimentos privados da ordem de US\$ 400 milhões. As transações comerciais do setor em Minas Gerais devem movimentar aproximadamente US\$ 220 milhões/ano. Estima-se que essas empresas estejam gerando

21 mil empregos diretos, 6 mil dos quais no segmento de lavra e 15 mil nos de tratamento e marmoraria. Com base nos investimentos aplicados no setor, calcula-se que seria de apenas de US\$15 mil o custo para a geração de um emprego direto.

A atividade mineiro-industrial relativa aos quartzitos foliados gera aproximadamente 6.000 empregos diretos, com cerca de 200 empresas atuantes na lavra, tratamento e serviços. O pólo de São Tomé das Letras responde por 60% da extração estadual desses quartzitos, concentrando a quase totalidade das exportações do estado e desdobrando 2,5 milhões de m<sup>2</sup>/ano em produtos comerciais diversos.

### 5.6.1 Exportações estaduais

As exportações de rochas de Minas Gerais mostram uma evolução em valor e volume físico desde 2000 ( figura 12 ). Em 2006, somaram US\$ 185,35 milhões e representaram 15,14% no volume físico, com variação positiva de 29,76% no faturamento em relação ao ano 2005.



**Figura 12 - Evolução do faturamento das exportações de rochas ornamentais do Espírito Santo e Minas Gerais**

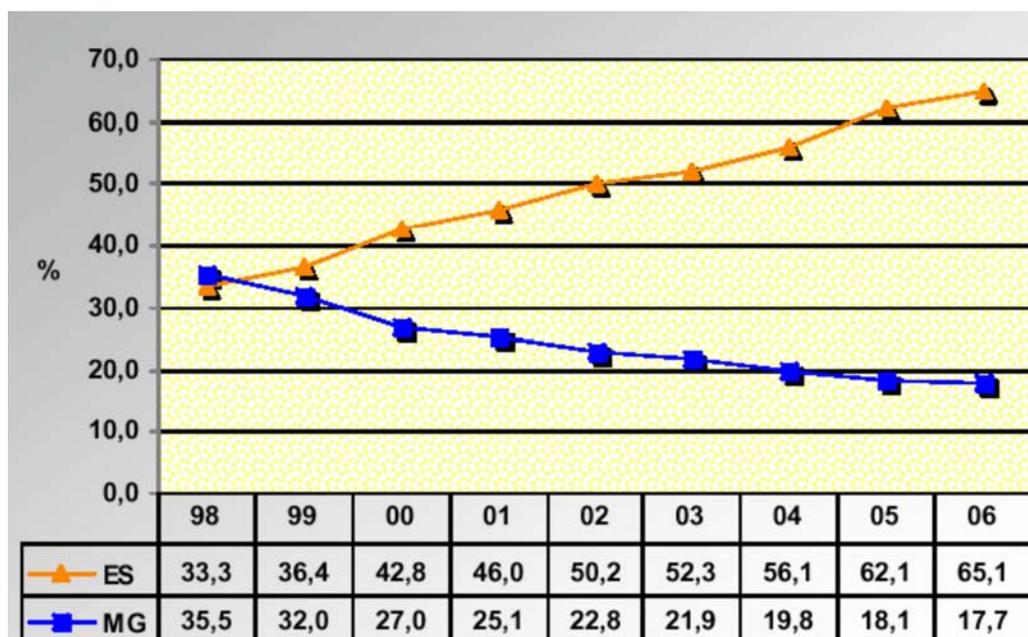
Fonte: Abirochas, 2006.

As rochas processadas, tanto acabadas quanto semi-acabadas, compuseram 74,95% do faturamento e 55,15% do volume físico das exportações, destacando-se a participação dos produtos de ardósia, quartzitos foliados (tipo Pedra São Tomé) e pedra-sabão. As rochas brutas compuseram, por sua vez, 25,05% do faturamento e 44,85% do volume físico das exportações setoriais mineiras, destacando-se a participação dos blocos de granito (tabela 4). Com os números consolidados, estima-se que as exportações mineiras de rochas ornamentais representaram 17,7% do faturamento e 26,3% do volume físico do total das exportações brasileiras de rochas em 2006. Essa participação vem-se reduzindo gradativamente, passando de 35,5% em 1998 para 22,8% em 2002, até os referidos 17,7% do faturamento em 2006 ( figura 13). As três principais forças do setor de rochas, em Minas Gerais estão representadas pelas atividades produtivas de ardósia (Papagaio-Pompéu), quartzitos foliados (São Thomé das Letras, Alpinópolis e Ouro Preto) e pedra-sabão (Quadrilátero Ferrífero) . Os granitos de Minas Gerais, fundamentalmente exportados em blocos e atualmente extraídos, sobretudo na região nordeste do Estado, também têm grande aceitação comercial no mercado internacional.

**Tabela 4 - Principais produtos de rochas ornamentais exportadas pelo estado de Minas Gerais em 2006**

<b>Rochas e produtos</b>	<b>Código NCM</b>	<b>Faturamento US\$ milhões</b>	<b>Participação nas exportações estaduais (%)</b>
Lajotas calibradas e não calibradas, chapas calibradas, telhas, tampos de sinuca, etc.	6803.00.00 2514.00.00	79,85	43,1
Granitos (blocos)	2516.12.00	43,77	23,6
Quartzitos foliados (lajotas, cacos/cavacos, pedras, pavê e tamboradas, filetes, degraus, etc.)	6801.00.00	31,43	17,0
Pedra-sabão (chapas calibradas, kits para fornos domésticos e lareiras, painéis e chapas de cozimento, fontes, portais, balaustres, tampos e blocos)	6802.29.00 2526.10.00	14,36	7,7

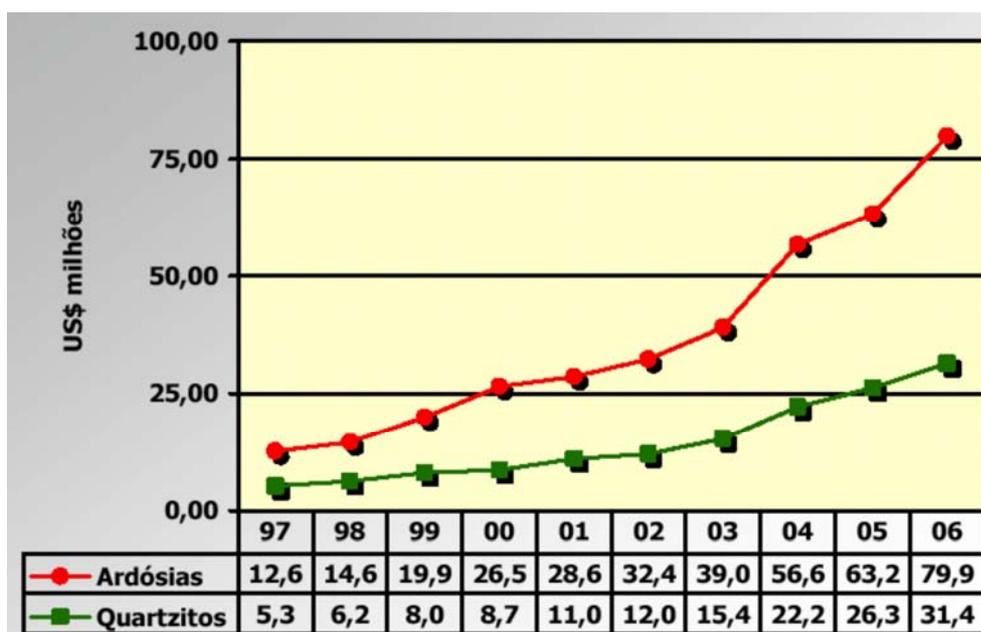
Fonte: Abirochas, 2006.



**Figura 13 - Evolução da participação percentual dos estados do Espírito Santo e Minas Gerais no valor das exportações brasileiras de rochas ornamentais**

Fonte: Abirochas, 2006.

Os empreendimentos mínero-industriais de ardósias e quartzitos foliados, neste último caso principalmente em São Thomé das Letras, estão experimentando grandes dificuldades operacionais e comerciais. Tais dificuldades são devidas, por um lado, à perda de lucratividade, causada por uma taxa cambial extremamente desfavorável para as exportações e, por outro lado, pela inexistência de políticas articuladas de controle e gestão ambiental para as atividades extrativas. Tem-se, assim, concorrido para uma progressiva perda de competitividade do setor de rochas de Minas Gerais nos mercados interno e externo, sobretudo frente ao estado do Espírito Santo (figura 14).



**Figura 14 - Evolução das ardósias e quartzitos foliados de Minas Gerais**

Fonte: Abirochas, 2006.

O beneficiamento em chapas polidas, dos granitos exportados como blocos, teria elevado para cerca de US\$ 275 milhões o faturamento das exportações mineiras de rochas no ano de 2006. Transformados em produtos acabados, prontos para o consumidor final, esses blocos de granito poderiam ter gerado, isoladamente, até US\$ 300 milhões de faturamento para Minas Gerais.

### 5.6.2 Perspectivas do Brasil e do Estado de Minas Gerais

A 23ª edição da Feira Internacional do Mármore e Granito, maior evento setorial da América Latina, foi realizada no período de 6 a 9 de fevereiro deste ano e teve como sede a cidade de Vitória, capital do Estado do Espírito Santo, Brasil. Segundo seus organizadores, a Vitória Stone Fair 2007 reuniu cerca de 380 empresas expositoras brasileiras e 60 do exterior, bem como representantes dos principais órgãos estaduais e federais de fomento da atividade produtiva do setor de rochas no Brasil. O público visitante pode ter superado 30.000 pessoas, das quais mais de 3.000 procedentes do exterior.

O caráter internacional da Feira foi realçado pela presença de empresas expositoras do Egito, Turquia, China, Portugal, Espanha, Itália, Alemanha, República Tcheca e Peru, tanto produtoras e comercializadoras de blocos, chapas e produtos acabados, quanto de máquinas, equipamentos e insumos de interesse setorial.

Se a Vitória Stone Fair ainda não é o maior evento mundial do setor, em termos de público e expositores, seguramente ela é a grande vitrine mundial de rochas, pela imensa variedade de materiais apresentados ao mercado consumidor. Segundo estimativas, foram exibidos cerca de 1.000 tipos comerciais de granitos, mármore, quartzitos, travertinos, limestones, ardósias, pedra-sabão, serpentinitos, conglomerados, etc., dos quais pelo menos 150 representaram novos lançamentos na Feira.

O destaque ficou por conta dos granitos, que representaram cerca de 80% dos materiais expostos. Entre os granitos destacaram-se os chamados exóticos, que incluem as variedades designadas como “granitos feldspatados” e “granitos infiltrados”. Os granitos feldspatados constituem rochas pegmatíticas de granulação muito grossa, enquanto os granitos infiltrados abrangem materiais com percolação de óxido de ferro, muitas vezes também de granulação grossa.

Os principais novos materiais da Feira foram, no entanto, as rochas silicosas, que abrangem uma extensa família de quartzitos, silexites, cherts, jaspilitos, itabirites (iron stones), metaconglomerados e xistos quartzosos. Essas rochas silicosas notabilizam-se por conciliar a beleza clássica dos mármore à resistência físico-mecânica dos granitos, evidenciando excepcionais padrões cromáticos e desenhos. A partir desses atributos, os quartzitos e similares poderão representar a nova grande onda de produtos do setor no mercado internacional, somando-se às já destacadas rochas silicáticas (granitos e similares).

A evolução tecnológica das ferramentas e insumos diamantados permitirá, doravante, o pleno aproveitamento dessas rochas silicosas maciças e muito resistentes à abrasão, em um processo semelhante ao dos próprios granitos a partir de meados do século XXI.

Como um dos maiores produtores e beneficiadores mundiais de granitos, o Brasil também se credencia como futuro expoente no aproveitamento de quartzitos. O potencial geológico brasileiro e a capacidade local de produção garantem essa perspectiva e indicam que deverão ser brasileiras as rochas do século XXI.

Algumas das peças expostas durante o evento são apresentadas a seguir:



**Figura 15: Rocha de Quartzito Polido apresentada na 23ª Vitória Stone Fair**

**Fonte: Abirochas, 2007.**



**Figura 16: Rocha de Quartzito Polido apresentada na 23ª Vitória Stone Fair**

**Fonte: Abirochas, 2007.**



**Figura 17: Rocha de Quartzito Polido apresentada na 23ª Vitória Stone Fair**

**Fonte: Abirochas, 2007.**



**Figura 18: Quartzito apresentado como quadro artístico na 23ª Vitória Stone Fair**

Fonte: Abirochas, 2007.



**Figura 19: Estandes de Quartzito, novidade apresentada na 23ª Vitória Stone Fair**

Fonte: Abirochas, 2007.

A perspectiva de um melhor desempenho setorial em Minas Gerais deve ser entendida como resultado do aumento de competitividade no campo das obras de revestimento na construção civil, que consome 80% da produção do estado. Essa competitividade diz respeito tanto à concorrência de materiais artificiais (cerâmicas, concretos estampados, vidros, metais e metalóides) e de rochas de outros estados produtores, quanto de rochas importadas.

Seria importante avaliar a possibilidade de direcionamento de esforços para pólos de produção e industrialização (arranjos produtivos locais/clusters), a exemplo de Cachoeiro de Itapemirim e Carrara, nos quais a diversidade e quantidade de empreendimentos potencializariam e dinamizariam a atividade produtiva. Pelos atributos reconhecidos, pode-se aventar a existência de quatro pólos dessa natureza em Minas Gerais: granitos, no centro-oeste e norte do estado; quartzitos, em Ouro Preto e São Tomé das Letras; ardósias, em Papagaios; e serpentinitos/pedra-sabão, na região sul do Quadrilátero Ferrífero (Santa Rita de Ouro Preto).

## **5.7 Caracterização da área de trabalho**

O Quadrilátero Ferrífero se distingue em relação às áreas adjacentes por conter um conjunto de características fisiográficas, geológicas e geo-econômicas notáveis, sendo considerado como uma das áreas clássicas da geologia pré-cambriana do mundo.

A área considerada para esta avaliação é composta em sua maioria pelos quartzitos da Formação Moeda, pertencente ao Grupo Caraça, Supergrupo Minas (Door, 1964) idade proterozóica inferior ( $\approx 2400 - 2600$  m.a.).

Particularmente na região do anticlinal de São Bartolomeu, entre os municípios de Mariana e Ouro Preto, pela sua xistosidade (laminação) e belíssima coloração, foi possível o emprego do quartzito na construção civil como material de revestimento de pisos e paredes. Quando inalterado, tem coloração esbranquiçada/cinza, a percolação de águas meteóricas lhe confere matizes amarelados, rosados a vermelho-ferrugem devido a películas submilimétricas ( $\approx 0,01$  mm) de, provavelmente, óxidos e

hidróxidos de ferro que revestem grãos. Devido a sua fissilidade, a rocha parte-se, em geral, em placas de espessura de 1,0 a 5,0 cm (Quartzito do Brasil).

Nesta pedreira quartzito apresenta-se com uma coloração que varia de branca a rosa (figura 20) e a textura varia de fina a média, estando localmente alterado. Em alguns pontos, esses quartzitos apresentam feições curiosas que se destacam e se transformam em pontos de visitação para turistas.



**Figura 20 - Quartzito Ouro Preto, com coloração característica branca, amarelo e rosa**

**Fonte: Primária, abril/2005.**

## **5.8 Lavra**

As explorações de quartzito são executadas a céu aberto, por bancos, e os blocos irregulares de melhor qualidade selecionados são retirados da encosta e cortados em fatias que são arremessadas para baixo e, finalmente, divididas em pedras de revestimento, de acordo com os padrões comerciais vigentes. A tecnologia de corte é muito rudimentar e consiste basicamente na utilização ocasional de pequenas

quantidades de pólvora seca e ferramentas tradicionais para corte e alavancagem (figura 21).



**Figura 21 – Exploração do quartzito na região de Ouro Preto, por bancos e blocos irregulares**

**Fonte: Primária, abril/2007.**

As lavras conduzidas pelos pequenos mineradores são artesanais. Primeiro, procuram-se as áreas de interesse, classificando-as pela textura do material, cor e proximidade da superfície. Nos locais onde o capeamento é pouco espesso ou a rocha aflorante está alterada, remove-se esse material com enxadas, pás e picaretas e se realiza seu transporte em carrinho de mão para um dos lados da frente de serviço, ou se promove seu depósito num local o mais próximo possível, evitando-se, assim, remover o material por grandes distâncias.

Pelo método de extração manual, inicia-se o trabalho, obtendo-se duas faces livres da superfície da rocha, aproveitando-se dos planos de fraturas presentes no depósito e utilizando-se de alavancas, cunhas e marretas (figura 22).



**Figura 22 – Extração manual aproveitando-se os planos de fraturas do quartzito e usando-se cunha e marreta**

**Fonte: Primária, abril/2007.**

Inicia-se a separação do bloco de forma muito lenta e trabalhosa. Obtido o bloco, procede-se à separação das placas através da introdução das cunhas nos planos de foliação da rocha concomitantemente com a aplicação de golpes com marretas. Na fase seguinte, são utilizadas cunhas de diversos comprimentos, obtendo-se, como produto final, as denominadas lajotas que são classificadas segundo seu tamanho ou área, da seguinte forma:

Na faixa de 50 x 50 cm, tem-se os denominados lajões normais. Na faixa de 20 x 20 cm tem-se as lajinhas. O produto final da lavra é transportado, por arrastamento, até um local próximo de uma estrada a mais ou menos uns 50 m da frente de serviço, onde é empilhado e transportado para o tratamento.

Pelo método de extração misto ou com utilização de explosivos, após a remoção do capeamento ou em locais onde a rocha é aflorante, o trabalhador faz os furos com diâmetro, normalmente de 7/8". Em seguida, faz-se o coroamento utilizando-se de uma ponteira chamada "picote" e marreta, sendo que a ponteira vai recebendo os golpes da marreta enquanto um homem faz a rotação manual da ponteira, até uma

profundidade da ordem de 1,0 a 1,1 m. Concluído o furo, ele é preenchido com explosivo, geralmente dinamite, e escorado com cordel detonante NP-5, o qual é ligado à espoleta simples e ao mantopim. Nesse ponto, o furo está pronto para ser detonado. Após a detonação, geralmente se obtém um bloco com dimensões próximas de 1,5 x 1,5 x 1,0 m. Os blocos são trabalhados manualmente e os produtos finais obtidos são os mesmos citados anteriormente (Curi, 2002).

Pelo método de extração mecanizado, a operação de limpeza da frente de lavra e remoção de solo ou rochas alteradas é realizada por trator de esteiras e carregadeira. Tal qual no método artesanal, o estéril é depositado num local próximo da frente de serviço, porém de forma mais organizada. Muitas vezes, à medida que a lavra vai avançando, as áreas lavradas vão sendo cobertas, desconsiderando-se a possibilidade de aproveitamento posterior do quartzito em profundidade. Em seguida, por intermédio da perfuração pneumática, são feitos furos que atingem de 5m até 15m de profundidade e diâmetro de 3”, dependendo da espessura da camada compacta que está sendo lavrada. Muitas vezes os blocos extraídos inicialmente são classificados como estéreis e precisam ser removidos para dar seqüência à lavra. O desmonte consiste na detonação de uma única linha de furos espaçados de 4m entre si, com afastamento de 3,5 m da face da rocha. O carregamento é feito da seguinte forma:

- Tampão de 3,5 m de comprimento;
- Explosivo do tipo ANFO granulado de densidade 0,8g/cm<sup>3</sup>;
- Cerca de 20% do comprimento total é preenchido com explosivo do tipo emulsão encartuchada de dimensão 2 1/4”x 24”.

A iniciação dos explosivos da coluna é feita com uma peça de coluna de acessório tipo “Nonel” de comprimento próximo à profundidade do furo. As peças de coluna são interligadas na superfície por uma linha tronco de cordel detonante NP-5, a qual, por sua vez, é iniciada por um conjunto estopim – espoleta de 1 m de comprimento.

Após a detonação, o processo de extração das lajotas é similar aos descritos pelo método artesanal. Em todos os três métodos, os impactos ambientais sobre o solo, a vegetação, o ecossistema aquático, a fauna, a estética do depósito de estéril e a área lavrada são eqüivalentes.

## **5.9 Agregados**

Segundo Frazão e Paraguassu (1998), os materiais rochosos são utilizados na construção civil de diversas formas e finalidades, como, por exemplo: - pedra britada, pedrisco, areia artificial, pó de pedra, seixos e areia natural para uso em concreto hidráulico e betuminoso, como filtros e transições em barragens de terra e de enrocamento, como lastro em ferrovias, estradas, aeroportos, etc.; – placas de pedra para revestimento de paredes e pisos; – blocos de rocha utilizados como elementos estruturais tais como, muros de arrimo, proteção de encosta, na forma de enrocamento, etc.

## 6. METODOLOGIA

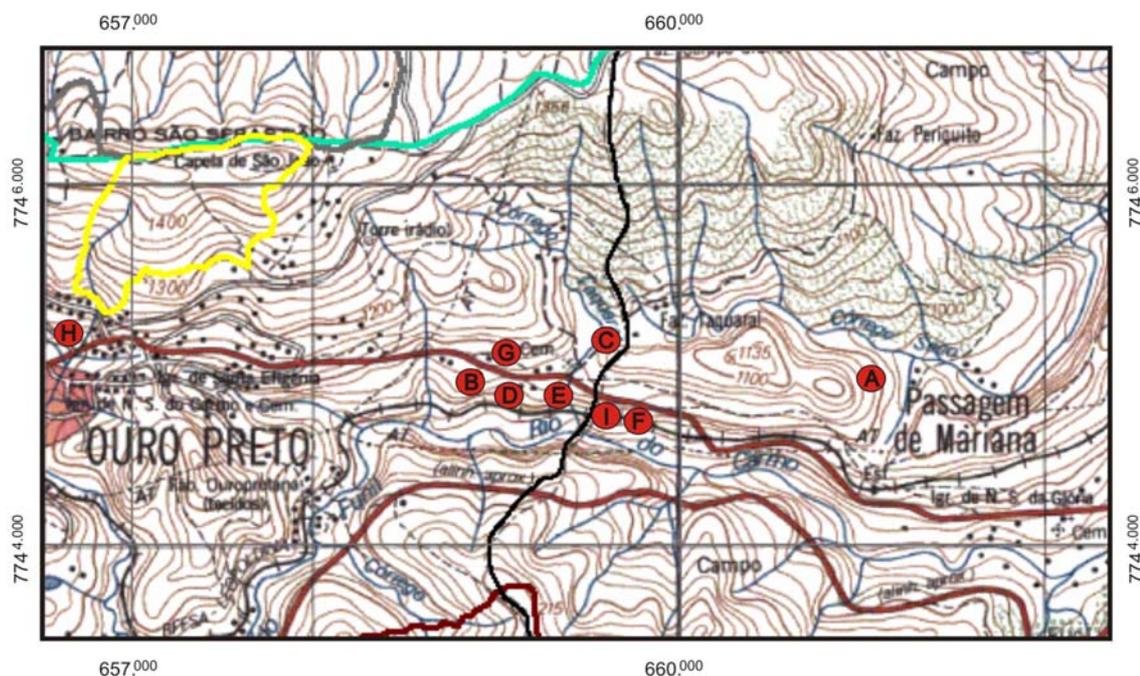
---

Considerando-se o objetivo geral e os específicos desta pesquisa e a necessidade de selecionar e aplicar métodos e técnicas que garantissem não só o alcance desses objetivos, mas também respostas e resultados o mais possível confiáveis, optou-se pelos seguintes procedimentos:

### 6.1 Localização da área de estudo

A cidade de Ouro Preto encontra-se na porção sudeste do Quadrilátero Ferrífero, em Minas Gerais, a 98 km de Belo Horizonte. O acesso é realizado pela BR-040 e Rodovia dos Inconfidentes. Situada a 1100 m de altitude, sua localização é determinada pelas coordenadas geográficas 20°23'13''S e 43°30'25''W. Tendo sido inicialmente capital da Província e depois do Estado de Minas Gerais até 1897, a cidade de Ouro Preto foi declarada Cidade Monumento Nacional em 1933. Desde 1981 é considerada pela UNESCO Patrimônio Cultural da Humanidade. Na década de 1950, com o incremento das atividades de mineração, comércio, turismo e educação, a cidade conheceu importante crescimento, o que levou a uma demanda por habitações. O sítio urbano de Ouro Preto ocupa o vale formado entre as Serras de Ouro Preto e do Itacolomi (figura 23). A cidade se expande pelas encostas íngremes, particularmente instáveis quando o pendor é concordante com o mergulho das camadas.

A presente pesquisa se desenvolve quase integralmente nos limites do município estabelecido anteriormente.



**Figura 23 – Mapa de localização das empresas pesquisadas na região de Ouro Preto/Mariana**  
**Fonte: IBGE, 2007.**

O Quadrilátero Ferrífero está situado no extremo sul do cráton São Francisco, apresentando uma área de aproximadamente 7.000 km<sup>2</sup>, sendo delimitado pelas cidades de Itabira, a nordeste, Mariana, a sudeste, Congonhas do Campo, a sudoeste e Itaúna, a noroeste. Várias outras cidades estão incluídas no Quadrilátero Ferrífero como Belo Horizonte, Nova Lima, Sabará, Santa Bárbara, Itabirito e Ouro Preto (figura 24).



### **6.3 Aspectos particulares da história da utilização do quartzito na região de Ouro Preto:**

Por se tratar de pesquisa inédita, sem registros anteriores, optou-se pela realização de entrevistas a pessoas que, direta ou indiretamente, participaram do processo de descoberta, exploração, tratamento e aplicação do quartzito em Ouro Preto e seu entorno, desde a fase inicial desse ramo de atividade na região citada.

Ao todo, foram entrevistadas 6 pessoas, e o critério de seleção dos sujeitos foi baseado no seu grau de envolvimento, interesse e informação sobre a questão investigada.

As entrevistas foram realizadas pelo próprio pesquisador, a partir de um roteiro previamente traçado (vide anexo nº 01), sendo as respostas gravadas. Posteriormente, as informações foram organizadas em texto narrativo e incorporadas ao item que trata da apresentação dos resultados.

Todo o material das gravações foi preservado, podendo ser útil para aprofundamento deste trabalho ou fundamentação de outras pesquisas.

A seguir, encontram-se relacionados os nomes e a identificação dos entrevistados,

Engenheiros e ex-professores da Escola de Minas da Universidade Federal de Ouro Preto:

1- César Mendonça Ferreira - Professor e especialista em Minerografia Aplicada;

2- Cristóvam Paes de Oliveira – Ex Reitor da UFOP e Presidente da Fundação Gorceix;

3- José Alberto Alves de Brito Pinheiro – Ex Professor do DECAT/UFOP e especialista em restauração de prédios históricos.

Empresários do setor de quartzito de Ouro Preto:

4- Osmar Fritscher Puperi – Engenheiro Geólogo formado na UFOP e proprietário da QTZ – Quartzito do Brasil;

5- Davison Lopes Lima – Técnico em Mineração e proprietário da Quartzito Ouro Preto Ltda.;

6- José Nicolau Novaes – Empresário e proprietário da Itacolomy Pedras Decorativas.

#### **6.4 Conhecimento dos métodos e técnicas usualmente empregados no tratamento do quartzito, com foco especial na região de Ouro Preto:**

Tal como nas duas etapas anteriores, utilizou-se da pesquisa bibliográfica para investigar os métodos e técnicas mais gerais, adotando-se ainda a observação direta da rotina de trabalho, entrevistas informais com empregados e empregadores e consultas a relatórios anuais divulgados por uma das empresas para se chegar às informações pretendidas.

As entrevistas foram realizadas informalmente, pelo próprio pesquisador, que procurou ouvir as informações tanto dos empregados quanto dos empregadores, buscando conhecer como de fato se dá o processo de trabalho no tratamento do quartzito na região pesquisada.

As informações gravadas, aliadas à observação direta e a filmagem das atividades durante as visitas realizadas, possibilitaram uma descrição bastante esclarecedora de como ocorre o tratamento do quartzito nas grandes, médias e pequenas empresas, dentro de Ouro Preto.

As empresas investigadas, em número de nove, correspondem a 100% do universo existente na área delimitada para a pesquisa, uma vez que a eliminação de duas em nada afetou esse percentual por serem propriedade de empresários donos de mais de um empreendimento. Outro ponto a ser esclarecido é que a empresa QTZ Quartzito do Brasil, embora desenvolvendo o processo de tratamento e comercialização do quartzito no município de Mariana, retira sua matéria prima de jazidas ouro-pretanas, sendo, ainda, a única que se destaca como empresa de maior porte. Daí a decisão de incluí-la no universo da pesquisa, constituindo tal empresa importante referência para a análise das informações e dados coletados nas demais.

A seguir, estão relacionados os nomes das nove empresas, objeto desta pesquisa. Além disso, para maior objetividade e simplificação na referência às nove empresas investigadas, decidiu-se identificá-las por letras maiúsculas. A tabela 5 mostra

a correspondência entre essas letras e os nomes das nove beneficiadoras de quartzito selecionadas.

**Tabela 5: Empresas participantes da pesquisa**

<b>Nome:</b>	<b>Identificação</b>
QTZ quartzito do Brasil	Empresa A
Itacolomy Pedras Decorativas	Empresa B
André Sampaio Santos	Empresa C
Comércio de Pedras JJ	Empresa D
Comércio de Pedras Itacolomy Ltda.	Empresa E
Ouro Preto Pedras Decorativas	Empresa F
Quartzito Ouro Preto Ltda.	Empresa G
Pedras Decorativas Ouro Preto	Empresa H
Comércio de Pedras Santa Edwiges	Empresa I

### **6.5 Descrição dos diversos produtos gerados com o tratamento do quartzito e suas aplicações:**

Mais uma vez, valeu-se da bibliografia especializada, dos dados levantados com questionários e entrevistas e das visitas, gravações e filmagens “in loco” para se fundamentar essa descrição incluída no item 7 desta dissertação.

### **6.6 Conhecimento dos aspectos sócio-econômicos envolvidos na atividade do tratamento do quartzito em Ouro Preto:**

A complexidade da questão em foco exigiria uma pesquisa voltada para a área social, com métodos e técnicas específicos, que extrapolariam em muito o âmbito da investigação pretendida. Assim sendo, através de alguns dados levantados nas entrevistas e questionários (vide anexo nº 2) na observação direta da rotina das empresas e nas conversas informais com operários, encarregados e empresários, foi possível

delinear um quadro rudimentar das implicações sociais e econômicas que têm resultado das atividades de tratamento, utilização e comercialização do quartzito em Ouro Preto.

### **6.7 Proposta e avaliação de parâmetros para se estabelecer a relação entre o consumo da água no tratamento do quartzito e a quantidade de bens produzidos:**

Para se obter dados que permitissem estabelecer a relação referida, foram pesquisadas apenas três empresas, em função da sua produção e faturamento, a saber: empresa A, considerada aqui de grande porte, empresa B de médio porte e E de pequeno porte.

Inicialmente, buscou-se verificar o consumo de água realizando-se repetidas medições, obtendo-se os resultados comentados no item 7.

Após medida a vazão da água, buscou-se obter dados referentes à produtividade das empresas para que se pudesse relacionar essa produtividade com a água utilizada.

As mesmas três empresas foram selecionadas para o trabalho de campo que se desenvolveu da seguinte forma:

- medida de lajão no seu estado bruto, conforme transportado da pedreira (em m<sup>2</sup>);
- medida de cada peça obtida após a serragem (em m<sup>2</sup>);
- contagem do número de peças obtidas com cada lajão;
- somatório do conjunto das peças (em m<sup>2</sup>);
- cálculo do percentual de aproveitamento com relação ao lajão bruto.

Realizada a pesquisa, os dados foram tabulados, resultando em tabelas analisadas também no item 7.

Finalmente, para se chegar à relação entre consumo de água e quantidade de bens produzidos, objetivo final desta parte do estudo e que justificou o trabalho de campo até agora descrito, passou-se a uma terceira etapa.

Nessa fase, a preocupação foi de registrar o tempo necessário para serragem de 1m<sup>2</sup> de quartzito, nas várias empresas, pelos diversos operadores, estabelecendo-se uma média para cada empresa.

A partir dessa média e conhecendo-se já o volume médio da água utilizada e de quartzito tratado por minuto, por empresa, pôde-se chegar à relação procurada.

### **6.8 Proposta e avaliação de parâmetros para se obter a relação entre a quantidade de rejeitos gerados na atividade de tratamento do quartzito e a quantidade de bens produzidos:**

As mesmas três empresas (A, B e E) foram pesquisadas para a obtenção de dados que viabilizassem estabelecer a relação referida.

De início, um aspecto relevante a ser destacado é que, para se chegar à relação pretendida, foi necessário trabalhar com o volume do quartzito beneficiado em  $m^3$ , assim como o do rejeito, já que não seria possível medir este último em  $m^2$ , tal o grau de fragmentação e irregularidade que o material descartado, ao longo do processo, apresenta.

Assim, a pesquisa teve de se desenvolver de acordo com as seguintes etapas:

- medida de lotes de lajões, no seu estado bruto, conforme enviados da pedreira para o setor de serragem, em  $m^2$ ;
- empilhamento dos lajões dentro de um gabarito obtendo o volume em  $m^3$ ;
- medida das áreas das peças obtidas com o tratamento (serragem) de cada lajão em  $m^2$ ;
- contagem do número de peças obtidas com cada lote de lajões serrados;
- somatório do total das peças resultantes do lote de lajões em  $m^2$ ;
- medida do volume do material rejeitado em  $m^3$ . Utilizou-se um recipiente de volume conhecido de  $0,3 m^3$ , no qual o material (aparas de serragem) foi depositado aleatoriamente;
- cálculo do percentual de material rejeitado em relação ao volume inicial dos lajões.

Cumpridas todas essas etapas, foram obtidas as tabelas expostas e analisadas no item 7.

### **6.9 Proposta e avaliação de parâmetros para se estabelecer a relação entre a quantidade de rejeitos gerados e a produção de peças desdobradas e/ou almofadadas:**

Sendo o desdobramento e a almofadagem do material quartzítico, que já passou pela serragem, dois processos utilizados em larga escala para ampliação da produção (desdobramento) ou conformação estético-decorativa das peças (almofadagem), tornou-se importante avaliar a relação rejeito x produto para estes casos específicos, não incluídos no estudo anterior (6.8).

A busca dos dados necessários se deu em uma única empresa, a média (B), pois ambos os processos em foco se realizam da mesma forma, manualmente, independentemente do porte ou nível tecnológico da empresa. O que poderia gerar diferentes resultados seria a forma e a habilidade com que cada operador executa seu trabalho, razão pela qual vários trabalhadores foram observados. Sendo assim, os números relacionados à empresa B podem ser generalizados para as demais.

Inicialmente, selecionou-se um desdobrador/almofador e 74 lajotas já serradas, com dimensões de 15 cm x 30 cm, por serem essas as produzidas em maior escala.

Posteriormente, foram selecionados outros três operadores trabalhando lotes de lajotas correspondentes a 1m<sup>2</sup> (22 peças para lajotas de 15 cm x 30 cm e 50 peças para lajotas de 10 cm x 20 cm).

Buscou-se, então, verificar se o rejeito por m<sup>2</sup> desdobrado/almofadado calculado se manteria o mesmo quando convertido em m<sup>3</sup>.

A primeira medida se desenvolveu da seguinte maneira:

- seleção das 74 lajotas de 15 cm x 30 cm, totalizando 3,33 m<sup>2</sup>;
- desdobramento/almofadagem do material pelo operador com separação do rejeito;
- recolhimento do rejeito gerado em caixa previamente preparada;
- medida do rejeito em litros (volume) e quilograma (massa);
- cálculo do volume do rejeito em m<sup>3</sup>, utilizando-se a fórmula da densidade (se  $d = m/v$ , logo  $v = m/d$ ) que, no caso do quartzito é igual a 2,73 g/cm<sup>3</sup>.

Outras três medidas foram realizadas usando-se a mesma metodologia empregada na primeira, sempre se convertendo os resultados a m<sup>3</sup>.

Os números encontrados foram tabulados e estão expostos e analisados no item 7.

#### **6.10 Proposta e avaliação de parâmetros para se estabelecer a relação entre a qualidade da água utilizada no tratamento do quartzito e os bens produzidos:**

Para atendimento a esse item utilizou-se das seguintes etapas metodológicas:

- coleta de amostras de águas residuárias durante o processo de serragem das peças nas três empresas pesquisadas;

- análise em laboratório dos seguintes parâmetros, conforme metodologia do Standard Methods (1992);

  - sólidos sedimentáveis no Cone de Imhoff em m/l;

  - sólidos totais em g/l;

  - sólidos totais suspensos em g/l;

  - sólidos totais dissolvidos em g/l;

- com base na relação de consumo de água por m<sup>2</sup> de área serrada e na concentração de água residuária oriunda desse processo, calculou-se o peso de sólidos finos secos por área serrada (totais, sedimentáveis, em suspensão e dissolvidos).

## **7. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS**

---

Após a aplicação dos questionários, a realização das entrevistas, a pesquisa de campo e a consulta a material bibliográfico emitido pela empresa A (relatórios, normas operacionais, etc.), foi possível levantar dados relevantes referidos aos vários objetivos estabelecidos. Esses dados estão apresentados e analisados neste item do trabalho.

### **7.1 Síntese das entrevistas sobre a história da exploração, do tratamento, da utilização e da comercialização do quartzito em Ouro Preto**

Conforme consta no item 6 (Metodologia), foram entrevistados três ex-alunos e ex-professores da Universidade Federal de Ouro Preto e três empresários, proprietários de três das empresas pesquisadas, para se resgatar, pelo menos em parte, a história da exploração, do tratamento, da comercialização e da utilização dessa rocha na área delimitada para a pesquisa.

As informações permitiram construir o texto a seguir, organizado em seqüência cronológica:

#### **7.1.1 Das origens ao final do século XIX**

O quartzito foi amplamente utilizado em Ouro Preto, desde sua fundação em 1698, quando os portugueses se instalaram na localidade e deram início à construção de casas, monumentos, palácios, presídios, prédios públicos entre outras edificações. A preocupação desses colonizadores era encontrar uma rocha em abundância na região, que apresentasse as propriedades necessárias à sua utilização, principalmente na estrutura das construções. Além disso, os locais, de onde tal rocha seria extraída, deveriam estar situados nas proximidades da vila em ascensão, tendo em vista as enormes dificuldades de transporte desse material.

Nessas circunstâncias, as várias pedreiras de quartzito existentes no entorno de Vila Rica (primeiro nome dado a Ouro Preto) se apresentaram como a melhor opção para a solução do problema.

Dessas pedreiras, a mina das Lajes, pertencente à Coroa Portuguesa e, posteriormente, à Prefeitura de Ouro Preto, e situada onde atualmente fica a sede da Companhia dos Bombeiros, foi a que forneceu material em maior volume para as edificações. Tanto assim é que o professor César Mendonça, contratado pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN), na década de 70, para condução de obras de restauração, comprovou que a Igreja de São Francisco de Assis tem sua base e seu arrimo todo construído de pedras e areias oriundas das Lajes. O mesmo fato foi constatado em relação à antiga cadeia, hoje Museu da Inconfidência, e ao ex-Palácio do Governo, atual Escola de Minas.

Ressalta-se, portanto, que o quartzito inicialmente teve sua utilização quase exclusivamente como matéria prima para a estrutura das construções, podendo-se citar, como exemplo, os baldrames e as colunas de sustentação. Nos primeiros, na parte da finalização, eram feitos pequenos encaixes para que suportassem as paredes de pau-a-pique. Em outras palavras, as madeiras de sustentação vertical (varas de pau-a-pique) ficavam apoiadas nesses pequenos orifícios (encaixes) feitos no quartzito da extremidade final do baldrame.

Posteriormente, as paredes passaram a ser construídas com adobe e tijolos, mas ainda se apoiavam sobre baldrames de quartzito.

Também com finalidade estrutural, destaca-se a utilização dessa rocha em colunas. Exemplos bastantes ilustrativos podem ser observados no atual Museu Casa de Guignard e na residência particular situada à Rua Gabriel Santos, nº 107, no Bairro do Rosário, onde peças (lajões) de aproximadamente 3 m de altura por 0,30 m de largura e 0,15 m de espessura, apresentando encaixe nas extremidades superiores, sustentam uma vigas de madeira. As extremidades inferiores ficam enterradas no solo, sem risco de apodrecimento como ocorreria se tivesse sido empregada a madeira (figura 25).



**Figura 25 – Coluna de quartzito em porão de residência particular**

**Fonte: Primária, junho/2007.**

Uma variação das colunas de quartzito são as chamadas colunas de *pedra-seca*, que podem ser encontradas, por exemplo, no pouco que foi preservado do antigo Hotel Pilão, hoje Centro Cultural da FIEMG (figura 26). Trata-se de colunas de 3 m x 1 m x 1 m, de peças de quartzito empilhadas, que davam sustentação às vigas de madeira, antes do incêndio que destruiu o hotel. As peças são dispostas de forma harmoniosa, umas sobre as outras, sem qualquer componente agregador entre elas. Daí a razão do nome *pedra-seca*.



**Figura 26 – Colunas de quartzito em porão do antigo Hotel Pilão**

**Fonte: Primária, junho/2007.**

Em síntese, a utilização estrutural do quartzito nessa fase inicial da edificação de Vila Rica foi prática generalizada, caracterizando-se por seu aspecto rústico, nada elaborado, razão pela qual é encontrado em porões e outras partes menos nobres das construções.

Outro emprego do quartzito ocorrido em larga escala no período colonial foi como material para pisos. Entre os inúmeros exemplos, podem-se destacar os pisos da Casa dos Contos, da Escola de Minas, do Museu da Inconfidência, assim como nas entradas de todas as igrejas (figura 27). Nas palavras do professor e engenheiro José Alberto Pinheiro, “*o quartzito, devido a suas propriedades, caiu como dádiva para os portugueses e os pisos lajeados tomaram conta de todos os espaços públicos de Vila Rica*”.



**Figura 27 – Pátio da Escola de Minas**

**Fonte: Primária, junho/2007.**

Uma variação dos pisos de quartzito, que ainda pode ser apreciada em Ouro Preto, são os chamados *piso de Capristana*, comuns nas antigas cidades de Portugal e caracterizados da seguinte forma: uma passarela central, feita de lajões que servem de tampas para uma canaleta também central, que permite o escoamento das águas pluviais; dos dois lados da passarela, pavimentos de seixos rolados, de várias cores e tons, inclinados na direção da canaleta. Sobre os lajões circulavam pessoas, animais, carroças, carruagens; pela canaleta sob os lajões drenava-se a água (figura 28 a). Esse sistema de drenagem se completava com as caídas dos telhados das casas, dirigidas para as ruas, possibilitando que as chuvas, passando sobre as telhas ou através de calhas, fluissem para as canaletas centrais. Em Ouro Preto, o único exemplo remanescente desse tipo de piso está na Rua Amália Bernhauns, próximo à Praça Tiradentes (figura 28 b).



**Figura 28 a – Piso de Capristana na Rua Alvarenga - Bairro Cabeças**

**Fonte: Foto Luiz Fontana – 1910.**



**Figura 28 b – Piso de Capristana na Rua Amélia Bernhauns – Bairro Centro**

**Fonte: Primária/2007**

Uma outra alternativa de utilização do quartzito, ainda nessa fase inicial, foi na edificação de todos os muros da cidade, em grande parte preservados até hoje. De fato, por toda Ouro Preto se encontram muros de *pedra-seca* que cercam áreas, delimitam espaços, sustentam terrenos (figura 29). Por não apresentarem a coesão que a argamassa lhes daria, esses muros são completamente permeáveis, autodrenantes, permitindo que a água, acumulada em seus montantes, escoe livremente. Acrescente-se a essa propriedade o fato de esses muros se destacarem por sua beleza do ponto de vista da estética, trazendo uma concepção diferente para as obras de arrimo.



**Figura 29 – Muro de arrimo em Pedra Seca, no Adro da Igreja de São Francisco de Assis – Bairro: Centro**

**Fonte: Primária, junho/2007.**

Em último lugar, entre as várias formas de utilização do quartzito, nos idos do século XVIII, está o que se conhece como *cantaria*, modalidade mais nobre e com objetivos estéticos, empregada no acabamento das construções. Assim, a *cantaria* pode até hoje ser apreciada em degraus de escadarias, soleiras, ombreiras e peitoris. Além disso, está presente nos bancos dos adros de igrejas e das praças, bem como nas *famosas*

*conversadeiras* (bancos de janelas, feitos em paredes mais espessas, um de frente para o outro, onde as pessoas se sentavam para conversar e, ao mesmo tempo, observar a rua).

Em relação à *cantaria*, segundo informações do professor César Mendonça, o quartzito utilizado, por ser mais adequado à finalidade não estrutural, proveio, em sua maior parte, da Serra do Itacolomi.

Um fato interessante ressaltado pelo engenheiro José Alberto Pinheiro, ocorrido ainda no século XIX, por volta de 1890, diz respeito à reforma da Rua Tiradentes, atual Rua São José, uma das mais importantes até hoje por ali se concentrar a maioria dos estabelecimentos comerciais e bancários (figura 30). Recoberta por piso *Capristana*, a via recebeu nova pavimentação e, dos dois lados, foram introduzidas as calçadas. Entretanto, por considerarem, que o quartzito de Ouro Preto era muito pobre e defeituoso, os dirigentes públicos decidiram importar os lajões de outra região mineira, a Serra de São Tomé das Letras. Assim, as calçadas da Rua São José foram feitas de quartzito São Tomé, tendo ocorrido o mesmo com outras calçadas da cidade.

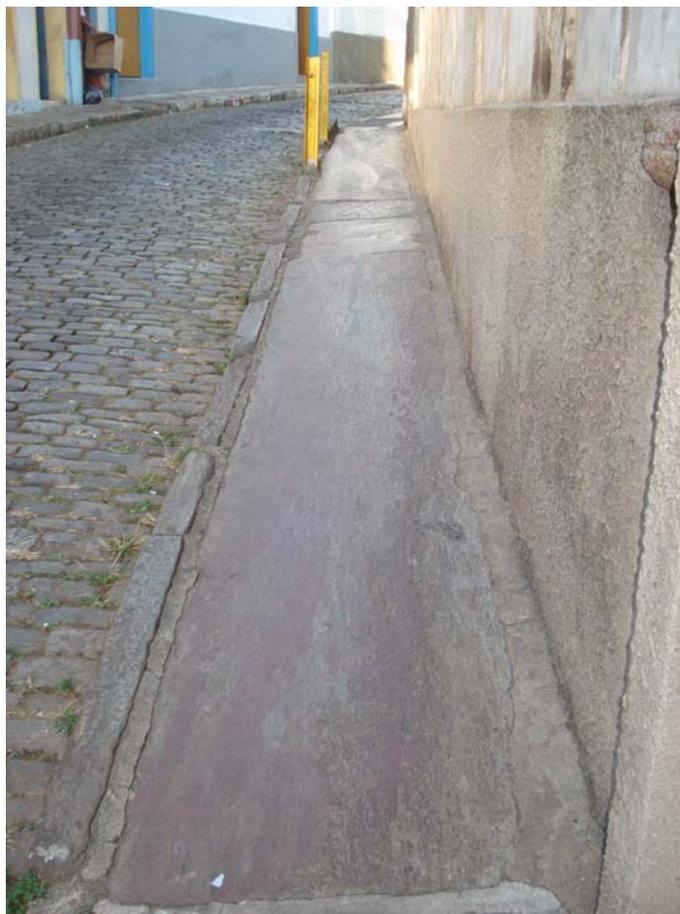


**Figura 30 – Rua São José, ressaltando a nova pavimentação – Bairro: Centro**

**Fonte: Foto Luiz Fontana – 1910.**

Com o passar do tempo, as Companhias de Energia Elétrica e Telefonia (CEMIG e TELEMIG) instalaram suas redes na rua, ocasionando danos que levaram à substituição das pedras de São Tomé por outras de origem local. Ainda assim, os lajões originais podem ser apreciados em frente ao Bar e Hotel Toffolo, na Rua São José, bem como na calçada da Escola de Minas que sobe em direção à Igreja das Mercês e na calçada em frente à Igreja do Carmo.

Outro dado curioso, também referente às calçadas originais feitas de material quartzítico, é que os dois maiores lajões já utilizados estão localizados no bairro do Rosário, em frente ao sobrado da família Vieira, na Rua Bernardo Guimarães, nº 29 (figura 31). Trata-se de suas pedras de dimensões incomuns, a menor delas com 4,80 m x 0,80 m e a maior com 5,12 m x 0,80 m.



**Figura 31 – Lajões da Rua Bernardo Guimarães - Bairro Rosário**

**Fonte: Primária, junho/2007.**

### **7.1.2 Do século XX aos tempos atuais:**

O emprego do quartzito de Ouro Preto nas construções se intensificou com o passar dos anos, verificando-se redução de seu uso como matéria prima estrutural e crescimento proporcional de seu uso como matéria prima para acabamento e embelezamento das construções.

A demanda cada vez maior desse material fez com que surgissem novos métodos, novas técnicas e novos equipamentos para extração e tratamento da rocha. Assim, dos lajões retirados e trabalhados manualmente, passou-se aos lajões e inúmeros outros produtos serrados, prensados e polidos mecanicamente, embora os processos manuais ainda sejam largamente utilizados para operações como o desdobramento e a almofadagem, entre outras.

#### **7.1.2.1 Surgimento e desenvolvimento das empresas**

A necessidade de produzir cada vez mais, com menor custo e maior qualidade, levou famílias proprietárias de pedreiras a se organizarem e construírem empresas de pequeno, médio e grande porte, atualmente em atividade no município de Ouro Preto. Em alguns casos, os proprietários originais venderam ou arrendaram suas pedreiras, oportunizando a outros interessados criarem e desenvolverem suas empresas na região.

Assim, cada empresa tem sua própria história e se encontra num nível de desenvolvimento diferenciado das demais.

##### Empresa A:

Segundo o empresário Osmar Fritscher Puperi, proprietário da empresa A, a de maior porte e a mais desenvolvida da região em estudo, suas atividades no campo da extração mineral tiveram início em 1987, na Mina de Passagem, onde a prioridade era a exploração de ouro primário e secundário (aluvionar), sendo a produção de quartzito realizada de forma primitiva e precária. Sem contar com energia elétrica, todo o

trabalho era realizado manualmente, o transporte feito em lombo de burros e os produtos limitados a lajinhas e lajões.

Com a Constituição de 1988, que restringiu a participação de empresas estrangeiras nas pesquisas de bens minerais, várias empresas de ouro que estavam atuando junto à Mina de Passagem se afastaram, e o proprietário, Sr. Walter Rodrigues, decidiu concentrar-se nas atividades relacionadas ao quartzito.

Osmar Fritscher, até então funcionário da Mina de Passagem, arrendou a pedreira do Córrego Seco, em 1989, dando início ao seu próprio negócio. Nas palavras do empresário,

*“tudo no início foi muito difícil em virtude da pouca mecanização dos processos. A maioria do material era transportado por mulas que eram contabilizadas no capital social da empresa (ativos). Na lavra eram utilizados guinchos, paus de carga, marteletes, cunhas e furos de levante. No tratamento não eram utilizadas serras e os produtos eram blocos para marmorarias, lajinhas, lajões e blocos de alvenaria. Só por volta de 1995, foi iniciada a serragem dos lajões, produzindo-se ladrilhos serrados.”*

Apesar das dificuldades, a empresa prosseguiu crescendo, adquirindo suas próprias pedreiras, capitalizando-se e investindo pesadamente em equipamentos, estrutura organizacional, treinamento de operadores, intercâmbio com empresas e clientes do exterior, marketing e compatibilização de suas políticas e práticas com as normas estabelecidas pelos órgãos ligados à produção mineral e proteção ambiental.

No estágio atual, a empresa dispõe de equipamentos e tecnologia dos mais modernos, gerando grande diversidade de produtos, com qualidade comparável aos produzidos nas grandes empresas do país e do exterior, tendo conquistado boa participação no mercado interno e externo.

#### Empresa B:

De propriedade do Sr. José Nicolau Novaes, a empresa B ocupa o segundo lugar em volume e diversidade de produção, nível tecnológico, valor de faturamento e participação no mercado, quando comparada às demais, sediadas em Ouro Preto.

Seu proprietário chegou à cidade em 1961 e, até 1972, desenvolveu atividades profissionais diversas (cobrador de ônibus, funcionário da fábrica de tecidos, comerciante). Só nos anos 70 começou a se interessar pelo ramo do quartzito, conseguindo instalar um pequeno depósito no bairro das Lajes, onde estocava e comercializava as pedras (lajão, lajinha, quartzito esquadrejado) compradas de produtores da Fazenda Sampaio e do Morro São Sebastião.

Posteriormente, arrendou a pedreira da Fazenda Periquito, de propriedade do Sr. Pedro Laureano, de onde retirava parte do material que comercializava. Além disso, através de contrato, garantiu a compra de toda a produção da Fazenda Sampaio.

Com a morte de Pedro Laureano, comprou dos herdeiros a pedreira arrendada. Lembra ainda que somente na eletrificação da propriedade teve de investir quase o valor pago pela fazenda.

Os principais compradores de seus produtos, na época, eram a Prefeitura de Ouro Preto e depósitos de Belo Horizonte e São Paulo.

Quando iniciou suas atividades na fazenda Periquito, Sr. José Nicolau tinha apenas seis trabalhadores, número que hoje subiu para quarenta, gerando produção seis vezes maior. Entretanto, comenta o empresário,

*“os métodos de lavra pouco avançaram, continuando, em sua maioria, feita manualmente. Em algumas frentes, ainda é necessário tropas de burro para a retirada do material. As dificuldades encontradas nas pedreiras são a falta de equipamentos e de manutenção das vias de acesso.”*

Apesar dos obstáculos apontados, a empresa B conta com sete serras, tendo adquirido recentemente uma carregadeira e um compressor para elevar e racionalizar a lavra do quartzito. A mão-de-obra é quase toda autônoma, ganhando por produção.

Dispondo de várias nascentes de água na Fazenda, a empresa procura evitar o desmatamento nas suas proximidades e, nas áreas lavradas, recompõe a topografia e a vegetação com plantio de candeias.

O marketing da empresa é feito através de visitas do proprietário ou de seu representante aos consumidores, ocasião em que são apresentados e negociados os produtos.

Sobre a alternativa de criação de uma cooperativa que reúna todas as empresas de Ouro Preto, Sr. José Nicolau não demonstra entusiasmo:

*“não vejo com bons olhos o cooperativismo, pois há muita desunião entre os produtores, principalmente com relação aos preços. Cada um tem o seu preço que é definido pela concorrência ...”*

#### Empresa G:

De propriedade do Sr. Davison Lopes Lima, essa empresa ocupa, atualmente, o terceiro lugar em importância relativamente às demais de Ouro Preto. Seu fundador iniciou suas atividades na Mina de Passagem, da qual foi o montador, lá permanecendo por cinco anos nas atividades relativas ao quartzito.

Os problemas no início eram os mesmos: falta de equipamentos, não eletrificação, trabalho manual, métodos primitivos, dificuldades de acesso aos locais de produção e aos mercados.

Em 1988, afastou-se da Mina para criar sua própria empresa. Foi o primeiro a serrar o quartzito em Ouro Preto, em 1989, utilizando disco diamantado (antes era usado esmeril) e foi o segundo a trabalhar com quartzito polido. Seus produtos iniciais foram lajinhas, lajões e peças serradas para pisos, posteriormente ampliados com a produção de materiais para revestimento. Tais produtos tinham e têm, ainda hoje, como maiores consumidores Minas Gerais e São Paulo.

A empresa, há algum tempo, tem investido no quartzito polido pois, segundo o Sr. Davison, “dá bom retorno”. Para isso, têm sido retirados blocos de 3,00m x 1,70m x 0,70m que, após reduzidos a chapas em tear situado em Matozinhos, passam pelo processo de polimento na própria empresa.

Sobre os maiores obstáculos a serem vencidos pelos produtores de Ouro Preto, o empresário ressalta a falta de maquinário e de recursos para retirar o rejeito das lavras, pois as minas, onde antes aflorava o quartzito, estão agora profundas, exigindo que se remova todo o material estéril para se chegar à rocha.

Ainda sobre esses obstáculos, o empresário, demonstrando pessimismo, comenta:

*“não há política de divulgação do material, nem recursos para sua exploração. Uma cooperativa seria o melhor caminho, mas as pessoas não estão preparadas para trabalhar em conjunto. A transformação do rejeito em brita e areia para utilização na construção civil traria ótimos resultados financeiros e ambientais, mas exigiria investimentos inviáveis nas condições atuais...”*

### **7.1.2.2 Diversificação e desenvolvimento dos produtos: dos blocos primitivos ao quartzito polido e ao cristal Brasil**

Dos blocos, dos lajões e das lajinhas, de configuração grossa e irregular, empregados pelos primitivos colonizadores, à medida que novos equipamentos, novas técnicas e novas demandas foram surgindo, passou-se à produção de peças cada vez mais diversificadas e elaboradas. Essas peças, utilizadas para inúmeras finalidades, conferiram ao quartzito, antes pouco valorizado, a condição de pedra ornamental, à semelhança dos mármore e granitos, com crescente aceitação no mercado externo e interno.

Entre essas peças, o *quartzito polido* e o *cristal Brasil*, duas inovações incorporadas por algumas das empresas de Ouro Preto, já têm uma trajetória de desenvolvimento a ser somada à história do quartzito no município.

*“O quartzito polido é obtido de chapas cortadas em teares, sendo o acabamento final polido brilhante, para a utilização em pavimentação interna, pias, lavatórios, molduras, etc”.* (QTZ, 2005.)

Essa modalidade foi utilizada pela primeira vez em Ouro Preto para compor o piso do Museu de Mineralogia, situado na Escola de Minas (figura 32).

Segundo o professor Cristóvam Paes de Oliveira, o curador do Museu de Mineralogia, Sr. Pierre Bariand, da Universidade de Paris, foi quem teve essa iniciativa,

entendendo que, além de ser material típico da cidade, poderia suportar as estruturas dos novos mostruários e conferir ao ambiente sofisticação e beleza.



**Figura 32 – Piso de quartzito polido, Museu de Mineralogia da Escola de Minas**

**Fonte: Primária, junho/2007.**

Sendo a Mina de Passagem a única que possuía, na época, tecnologia para retirar os blocos a serem polidos, foi de lá que o material proveio, sendo posteriormente enviado à cidade de Bragança Paulista para transformação em chapas e polimento.

A partir da inauguração do Museu, em janeiro de 1984, com a presença de inúmeras autoridades e convidados e, a seguir, com a visita de incontáveis turistas brasileiros e estrangeiros, o quartzito polido ganhou enorme repercussão e rapidamente ampliou sua demanda no mercado.

Nas palavras do professor Cristóvam:

*“o piso do museu funcionou como uma vitrine para o quartzito polido, conferindo-lhe visibilidade e publicidade”.*

Vendo nesse produto a abertura para novas oportunidades no mercado, dois empresários de Ouro Preto investiram em equipamentos, tecnologia e força-de-trabalho para tornar possível realizar, em suas próprias instalações, todos os processos envolvidos no polimento do quartzito, fornecendo aos consumidores o produto acabado e, em consequência, com grande valor agregado.

Assim, as empresas A e G, atualmente, têm capacidade de oferecer o quartzito polido, embora continuem dependendo dos teares pertencentes a empresas de outros municípios para reduzir os blocos brutos a chapas.

A instalação de um tear em Ouro Preto, meta importante a ser alcançada, tem sido inviabilizada, até o momento, por seu custo elevado, só justificável se o volume de blocos, de quartzito e outras rochas, a serem chapeados justificar o investimento.

Outro produto recentemente lançado no mercado pelas empresas ouro-pretanas, com grande aceitação, é o *Cristal Brasil*, caracterizado como material:

*“obtido através do corte de blocos de quartzito em serra ponte, apresentando acabamento final semi-polido, com objetivo de se dispor de peças especiais, mais rústicas, anti-derrapantes, espessas e de grande beleza, para bordas de piscinas, molduras, alizares, pisos externos, etc.”. (QTZ, 2005)*

Na realidade, o *Cristal Brasil* é o quartzito obtido em etapa imediatamente anterior ao quartzito polido. Em seu depoimento, o engenheiro José Alberto Pinheiro esclarece:

*“ em Ouro Preto já existem serras grandes que cortam até no sentido da xistosidade, formando blocos e chapas mais espessas chamadas de Cristal Brasil. O Cristal Brasil é o quartzito serrado que, com ligeiro polimento, fica poroso e semi-polido, apresentando uma superfície áspera que evita acidentes quando aplicado em ambientes externos”.*

### **7.1.3 Comentários do pesquisador:**

Os depoimentos dos especialistas e empresários entrevistados representaram contribuição inegável para a construção da história do quartzito em Ouro Preto. Entretanto, o desaparecimento dos pioneiros dessa atividade na região e mesmo de seus familiares diretos, impediram que se obtivesse um quadro melhor delineado das circunstâncias em que se iniciaram, se desenvolveram e se consolidaram a exploração, o tratamento, a comercialização e a utilização dessa rocha no município.

Ainda assim, ao se conhecer e se analisar as informações, mesmo que incompletas, torna-se possível compreender a trajetória particular que a indústria do quartzito assumiu em Ouro Preto; formular julgamentos, opiniões, sugestões fundamentadas sobre o estágio atual em que essa indústria se encontra; e até antever encaminhamentos futuros para seu desenvolvimento maior e mais rápido.

De tudo que se ouviu e se observou, é inegável que o tratamento do quartzito, de forma a gerar cada vez produtos mais diversificados e sofisticados, constitui uma atividade altamente promissora, capaz de contribuir largamente para o desenvolvimento sócio-econômico dos empregados e empregadores envolvidos diretamente nessa atividade, e da comunidade em geral.

Condição para isso seria a superação dos grandes obstáculos apontados pelos empresários e especialistas. Tal superação dependerá intrinsecamente de políticas de apoio e financiamento, por parte dos órgãos públicos locais, estaduais e nacionais, às empresas já implantadas e a outras que, eventualmente, venham a ser criadas.

A alternativa de se reunir as pequenas empresas em uma cooperativa única, apoiada por alguns entrevistados e rejeitada por outros, poderia ser a solução mais viável para a maioria dos problemas que estão cerceando o crescimento desse ramo industrial. Contudo, além da necessidade de se construir um projeto para essa cooperativa, com alta qualidade técnica e operacional, sustentado nas possibilidades reais dos empresários, dos empregados e do mercado, haveria a necessidade de se desenvolver um trabalho intenso de informação, convencimento e preparação das pessoas já envolvidas no ramo do quartzito em Ouro Preto. Não basta que os conhecimentos sejam ampliados e as técnicas desenvolvidas. A prática do cooperativismo, na perspectiva de uma economia solidária e sustentável, pressupõe

mudanças profundas em concepções, crenças, visão de mundo, hábitos e práticas já arraigados entre os profissionais do quartzito e entre a própria população ouro-pretana.

## **7.2 Tratamento do quartzito na região pesquisada**

A instalação do tratamento do quartzito como setor industrial é relativamente simples. Constitui-se, principalmente, de um setor de serragem (serraria) e outro de prensagem, sendo que algumas empresas (entre elas três das pesquisadas) apresentam um terceiro setor, o de polimento.

Normalmente, a serraria é equipada com dois tipos de máquinas: a monobloco móvel e a monobloco fixa, ambas acionadas por motores elétricos de 15 cv e 1750 RPM. Esses motores têm vida útil longa, principalmente quando submetidos à manutenção preventiva, podendo ser operados durante 5 a 6 anos quando se torna necessária sua substituição. Dentre os vários tipos de motores, os mais utilizados são os da marca WEG e EBERLI, com preços que vão de R\$800,00 a R\$900,00.

As máquinas monobloco móveis (figura 33) têm sua instalação facilitada em base única de alvenaria, exigindo apenas que sejam niveladas.



**Figura 33 – Máquina de Serrar Monobloco Móvel**

Fonte: Primária, abril 2007.

As máquinas monobloco fixas (figura 34) têm sua instalação mais trabalhosa e demorada, pois exigem que se faça uma base para o motor e o mancal, ajustada a outra base onde ficam os trilhos e a mesa.



**Figura 34 – Máquina de Serrar Monobloco Fixa.**

Fonte: Primária, abril/2007.

A tendência atual dos fabricantes é ampliar cada vez mais a produção das máquinas monobloco móveis. Apesar de terem custo mais elevado, esses equipamentos se apresentam numa estrutura única, constituída por cantoneira e chapas de aço que se movimentam sobre trilhos, com capacidade de corte de 30 a 40 m<sup>2</sup> de rocha por 8 horas de turno. O comprimento total dessas máquinas é de 5 m, tendo a mesa retangular com 2,20 m x 1,40 m de dimensão, e o trilho redondo e trefilado com aço 1045 de 1,5". As marcas mais procuradas desses equipamentos são METAFILL – Equipamentos Industriais, URANDI, Caldeiraria Técnica Brasileira Ltda. (CTB) e Torneamento São José Ind. & Com. Ltda., com preços que variam de R\$4.000,00 a R\$10.000,00. O maior desgaste sofrido por essas máquinas ocorre nos discos de corte, que duram 5 dias em média, podendo ser substituídos facilmente. Tais discos ficam presos ao eixo com folhas de flanges e fixados com rosca no parafuso do eixo (figura 35).



**Figura 35 – Troca do Disco da Serra**

**Fonte: Primária, abril 2007.**

Os discos já referidos contam com um sistema de resfriamento a água, a qual é transportada através de tubos situados acima da serra, permitindo um fluxo permanente do líquido sobre o material que está sendo trabalhado (figura 36).

A recomendação dos fabricantes de discos é de que se usem de 10 a 18 litros de água por minuto ou de 0,16 a 0,3 l/s, enquanto os fabricantes das máquinas estipulam um consumo de 0,5 litros do líquido por segundo para se obter o resfriamento e a redução da poeira necessários ao bom andamento do processo.



**Figura 36 – Regulagem do sistema de resfriamento**

**Fonte: Primária, abril 2007.**

Retornando-se à questão do intenso desgaste dos discos diamantados, sabe-se que esse fato é consequência direta da dureza dos quartzitos, principalmente dos de cor cinza, cuja serragem provoca elevado aquecimento. Nessas circunstâncias, a utilização da água para resfriamento é essencial. Por outro lado, o excessivo consumo desse recurso natural, que precisa ser preservado, levanta questões importantes que também estão sendo discutidas nesta pesquisa. Ainda sobre os discos, importa relacionar os tipos mais usados que são Maxi-Cut Ferramentas Diamantadas Ltda., Dinser Ferramentas, Serpa e Suprema.

Outros componentes vítimas de desgaste intenso são os rolamentos que compõem as rodas e mancais. Em ambos, sua substituição tem de ser feita a cada ano. Já a substituição das rodas ocorre a cada dois anos, quando seu encaixe nos trilhos se torna precário.

Voltando-se à descrição do processo de serragem, sabe-se que os lajões, quartzitos “in natura”, chegam dos locais de onde são extraídos (lavra) transportados por caminhões (figura 37). Nas serrarias são descarregados, sem qualquer seleção prévia, sendo posicionados em frente às máquinas de corte. Posteriormente, vão sendo colocados sobre a mesa que faz parte da máquina e que se desloca lentamente sobre os trilhos, à medida que se gira uma manivela, existente num dos lados, em posição inferior. Graças à movimentação contínua da mesa, a serra vai atritando e serrando o lajão. Durante esse movimento lento de vai-e-vem, a água flui livremente sobre a serra e a rocha, facilitando o corte, reduzindo o aquecimento do disco e a formação de poeiras. Assim, as peças vão sendo cortadas em forma retangular, obedecendo-se às dimensões demandadas pelo consumidor.



**Figura 37 – Descarregamento de lajões**

Fonte: Primária, abril 2007.

Para cada máquina de corte são disponibilizados um operador e um apurador, sendo a função do segundo verificar, após o corte inicial, se a lajota de quartzito poderá ainda sofrer um desdobramento (figura 38).

Esse desdobramento, como o próprio nome indica, consiste em se obter mais lajotas, depois do primeiro corte, o que pode ser viabilizado através de aberturas na espessura da rocha, considerando a xistosidade típica e as características do

quartzito, resultando em maior produção. Tal desdobramento só pode ocorrer quando a espessura da peça for superior a 3 cm, condição verificada pelo apurador que, com ferramenta apropriada e muita habilidade, executa manualmente a operação de desdobrar cada lajota em duas ou até três peças.

O desdobramento de que se falou depende fundamentalmente do tipo de quartzito que está sendo tratado, sendo os de cor cinza e maior dureza os mais apropriados e fáceis de serem subdivididos. Ao contrário, os de cores rosadas e amareladas, geralmente mais arenosos e quebradiços, não oferecem condições para desdobramento.

Os cortes e desdobramentos são executados conforme as exigências dos clientes. Os tamanhos mais comuns consumidos no mercado são, pela ordem: 15 cm x 30 cm, 30 cm x 30 cm, 10 cm x 30 cm, 20 cm x 40 cm, 40 cm x 40 cm, 50 cm x 50 cm, 60 cm x 60 cm. Quando a demanda do consumidor é de lajotas com dimensões acima de 40 cm x 40 cm, os desdobramentos não podem ser efetuados. Acrescente-se ainda que, se as encomendas incluem degraus, espelhos, soleiras ou peças de tamanhos especiais, há necessidade de pré-selecionar os lajões, antes do corte, para compatibilizá-los com as exigências do consumidor.



**Figura 38 – Desdobramento do quartzito**

Fonte: Primária, abril 2007.

As peças almofadadas são as mais comercializadas, principalmente para revestimento de paredes. Esse processo é feito manualmente com marretas e talhadeiras. As faces das lajotas são lascadas (desbastadas), dando um aspecto mais rústico ao material de revestimento (figura 39). Os quartzitos de maior dureza, na cor cinza, são mais fáceis de almofadar. Já os de cores rosadas e amareladas são mais arenosos, trazendo um pouco mais de dificuldade ao processo.



**Figura 39 – Processo de almofadar lajotas**

**Fonte: Primária, abril/2007.**

Outro produto muito usado nas regiões de cidades históricas são as lajotas irregulares, empregadas para revestir pisos e passeios, feitas através de cortes manuais e de tamanhos diversos. Estes processos encarecem um pouco o material, por causa da mão-de-obra utilizada em maior escala (figura 40).



**Figura 40 – Acerto de lajota irregular**

**Fonte: Primária, abril/2007.**

Até este ponto da descrição das atividades de tratamento do quartzito, falou-se apenas do processo de serragem desse material. Entretanto, dois outros processos ocorrem em menor proporção do que o anterior, mas de importância fundamental na obtenção de produtos mais nobres e, conseqüentemente, de maior valor agregado quando colocados no mercado.

Um deles é a prensagem, utilizada para obtenção de filetes e cubos.

As prensas, equipamentos indispensáveis para esse processo, servem também a diversos fins, relacionados a diferentes áreas: extração, esmagamento, moldagem, testes de resistência mecânica, estamparia, confecção de corpos de prova, determinação do ponto de lacre/compactação, entre outros.

Os tipos de prensa utilizados são as motorizadas e as hidráulicas com motor, ambas com capacidade de prensagem entre 20 e 60 toneladas.

Nas motorizadas, com motor trifásico de 5HP e 220 v e dimensões de 2 m x 1 m, o princípio de funcionamento é simples: a potência do motor é transmitida, através de uma polia, para um parafuso excêntrico o qual, por sua vez, a transmite para o mecanismo de prensagem, dotado em sua extremidade de uma lâmina. É, justamente, o impacto dessa lâmina sobre a peça de quartzito que produz o corte.



**Figura 41 – Prensa motorizada de 20 toneladas**

**Fonte: Primária, maio/2007.**

Nas prensas hidráulicas, o princípio de funcionamento difere das anteriores, pois a pressão produzida por um líquido (óleo hidráulico), gerada por uma força relativamente pequena, exerce um esforço bem maior em outro êmbolo de diâmetro superior (figura 42). A utilização mais comum de tais prensas ocorre nos postos de gasolina, possibilitando o levantamento dos veículos para lavagem, troca de óleo, manutenção, etc.

Em se tratando da produção de filetes e cubos, esse tipo de prensas se aplica para esmagamento do quartzito e corte das rochas, imprimindo-lhes a forma desejada.



**Figura 42 – Prensa hidráulica de 60 toneladas**

**Fonte: Primária, maio/2007.**

Embora o custo das prensas seja elevado, sua utilização faz crescer significativamente a produtividade das empresas, tornando-se, a curto prazo, um bom investimento.

Finalmente, o terceiro processo de tratamento do quartzito, chamado de polimento, é responsável pela obtenção de peças polidas desse material, tal como se faz com as de granito, caracterizadas como de grande beleza, custo elevado e difícil obtenção.

Os fatores responsáveis por tais características ficam evidenciados quando se analisam as etapas e exigências ao se realizar o polimento do material quartzítico.

De início, os blocos a serem polidos têm de apresentar dimensões superiores a 1 m<sup>3</sup>. Considerando-se que, nas lavras, de modo geral, os processos se caracterizam por baixa tecnologia, tanto a extração quanto o transporte desses blocos oferecem

grandes dificuldades. Após retirado, esse material é levado para os teares para que seja transformado em placas de aproximadamente 2cm de espessura. Novamente o processo se torna difícil, já que, não havendo teares próximos às áreas de extração, os blocos têm de ser encaminhados a municípios distantes, no caso das empresas estudadas neste trabalho, aos municípios de Vespasiano e Matozinhos. Dali, retornam às áreas de tratamento para serem submetidos, agora já em forma de placas, ao processo de polimento.

As máquinas utilizadas na região delimitada para esta pesquisa são do tipo manual e automática.

A primeira (utilizada somente pela empresa G) consta de um braço articulado, com uma extremidade fixa e outra móvel (figura 43). Uma base de alvenaria, à qual fica presa a extremidade fixa, gira em torno de um eixo, também fixo a essa base. Os satélites, peças onde estão instalados os componentes abrasivos ou as coroas de rosca diamantadas, ficam presos à extremidade móvel do braço. O número de coroas de cada satélite pode variar de 4 a 10 e, sendo tais coroas elementos abrasivos, são elas que realizam o polimento da rocha. Outro nome dado às coroas, por sua forma característica, é *tijolinhos*. A movimentação dos equipamentos é garantida por um motor elétrico de 15 cv e 1750 RPM, que faz girar o satélite, e outro motor de 2 cv responsável pela elevação do conjunto.



**Figura 43 - Máquina de polimento manual.**

**Fonte: Primária, maio/2007.**

O equipamento automático (só utilizado pela empresa A) apresenta conjunto polidor duplo e inteiramente controlado por comandos eletrônicos, atestando a evolução tecnológica rápida e significativa por que vêm passando as máquinas polidoras (figura 44).



**Figura 44 - Máquina de polimento automático**

**Fonte: Primária, maio/2007.**

Numa descrição sumária, o processo de polimento se desenvolve da seguinte forma: posicionadas sobre uma superfície plana de alvenaria, as lajes são atritadas pelo conjunto satélite/coroa que gira sobre sua superfície, sob comando do operador. Esse comando pode-se dar manualmente, através de um volante, ou eletronicamente, pressionando-se teclas ou botões. O contato dos componentes abrasivos, somado ao fluxo constante de água, trabalhando a superfície das placas, garante o polimento do material quartzítico.

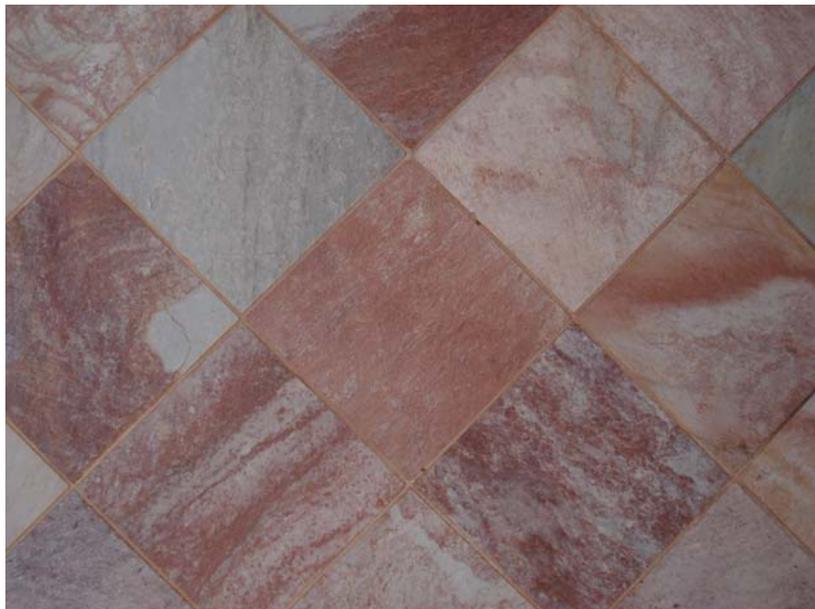
### **7.3 Produtos do tratamento do quartzito**

Após passar por diferentes processos de tratamento, o material quartzítico se transforma em produtos diversos, mais ou menos nobres e dispendiosos, que têm sido colocados no mercado interno e externo, cada vez com mais frequência e em maior volume. Daí a importância de que, com esta e outras pesquisas, se possam vislumbrar

práticas operacionais e organizacionais inovadoras, capazes de tornar esse ramo industrial menos predatório e mais promissor para empregados e empregadores.

De acordo com os catálogos e fôlderes divulgados pela empresa A (2005 e 2007), são os seguintes os produtos resultantes do tratamento do quartzito com suas características:

*Ladrilho Serrado*: É obtido através do corte com ferramentas diamantadas de lajões irregulares. Os cortes são programados para se obterem peças de formatos quadrados, retangulares ou especiais. É apresentado nas medidas 15 x 15 cm, 15 x 30 cm, 20 x 20 cm, 30 x 30 cm, 20 x 40 cm, 40 x 40 cm, 50 x 50 cm e especiais como degraus, espelhos, patamares, soleiras, etc.



**Figura 45 a – Ladrilho serrado**

**Fonte: Primária, 2007.**



**Figura 45 b – Ladrilho serrado**

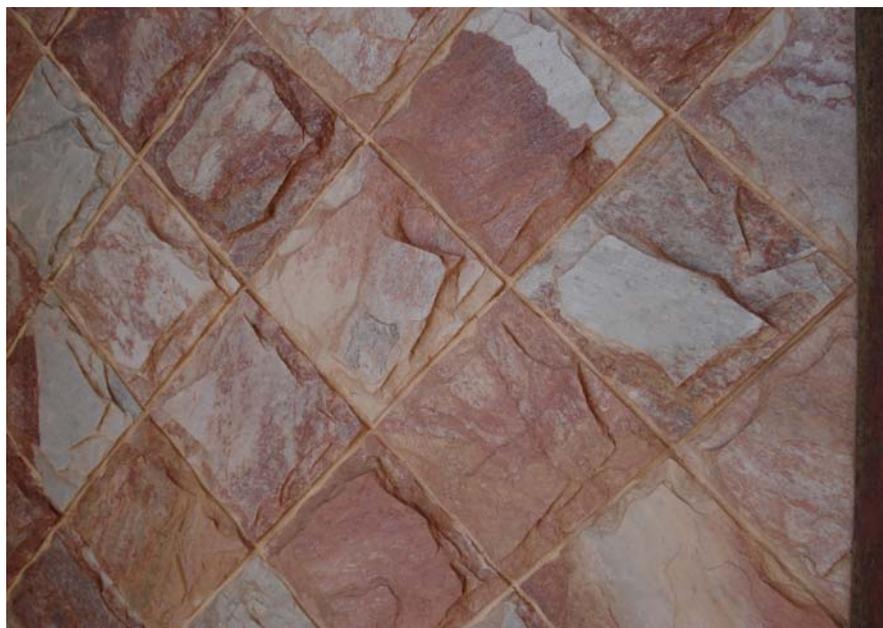
Fonte: Primária, 2007.



**Figura 45 c – Ladrilho serrado**

Fonte: Primária, 2007.

*Ladrilho Serrado Almofadado*: É obtido através do corte com ferramentas diamantadas de lajões irregulares, com acabamento almofadado no perímetro.

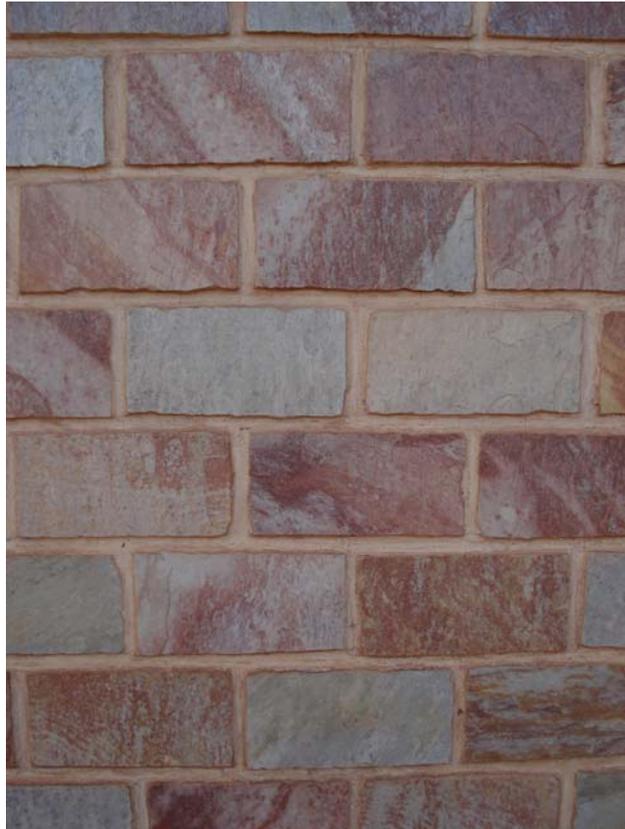


**Figura 46 a – Ladrilho serrado almofadado**  
Fonte: Primária, 2007.



**Figura 46 b – Ladrilho serrado almofadado**  
Fonte: Primária, 2007.

*Ladrilho Cortado a Mão:* É obtido através do corte manual, com talhadeiras e marretas, dos lajões irregulares. É usado em pavimentações externas e revestimentos de paredes, imprimindo um aspecto mais rústico ao ambiente. Os tamanhos e formas são pré-estabelecidos pelos clientes através de moldes. Podem passar também pelo processo de tamboramento (arredondamento das faces).



**Figura 47 a – Ladrilho cortado a mão**  
Fonte: Primária, 2007.



**Figura 47 b – Ladrilho cortado a mão**

Fonte: Primária, 2007.



**Figura 47 c – Ladrilho cortado a mão e tamborado**

Fonte: Primária, 2007.



**Figura 47 d – Ladrilho cortado a mão**

Fonte: Primária, 2007.



**Figura 47 e – Ladrilho cortado a mão**

Fonte: Primária, 2007.

*Lajota Irregular:* Conhecida, também, com o nome de "opus", é usada em pavimentação externa de calçadas, estacionamentos, jardins, etc. e revestimentos de paredes. Apresentada em formas irregulares, é dividida em 4 tipos que dependem do tamanho e espessura: lajinha, lajão pequeno, médio e grande, sendo a face superior rústica.



**Figura 48 – Lajota irregular**

**Fonte: Primária, 2007.**

*Filete:* É utilizado para revestimento de muros, paredes, colunas, lareiras etc., oferecendo um toque de alta classe na decoração do ambiente. É apresentado com uma face rústica à vista, tendo as seguintes dimensões: espessura de 2,5 a 5,0 cm, largura de 4,0 a 6,0 cm e comprimento 10 a 25 cm. Pode ser apresentado em tamanho maior com espessura de 5,0 a 12,0 cm, largura de 8,0 a 10,0 cm e comprimento livre (filetão).



**Figura 49 – Filete**

**Fonte: Primária, 2007.**

*Ladrilho Polido:* É obtido de chapas cortadas em teares, sendo o acabamento final polido brilhante. É utilizado em pavimentação interna, pias, lavatórios, molduras, etc.



**Figura 50 – Ladrilho polido**

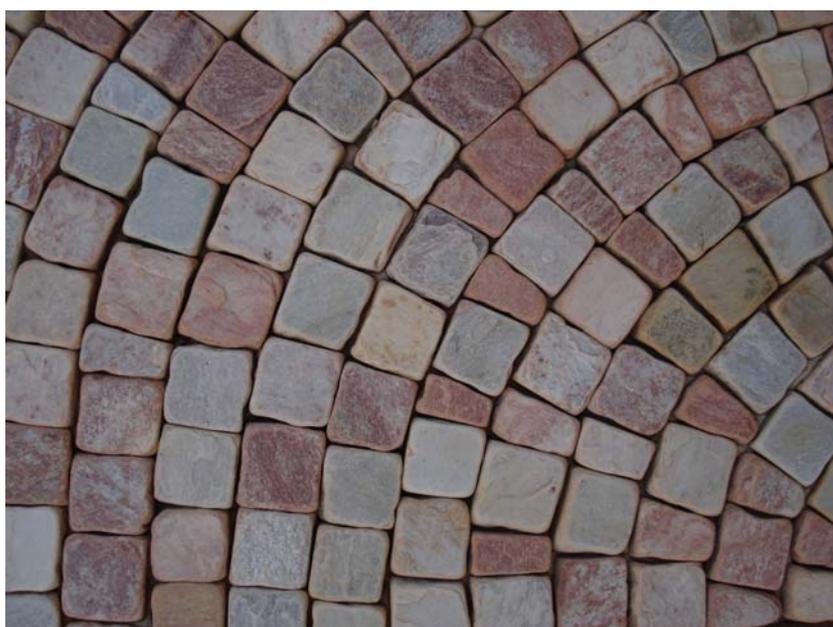
**Fonte: Primária, 2007.**

*Cubo:* É obtido através do corte, por impacto hidráulico, de peças irregulares de quartzito. Os cubos são utilizados em pavimentação interna e externa, com particular resistência a cargas. Esse produto pode ser disposto em diferentes configurações, com alternância de cores. Os cubos tamborados são aqueles que passam pelo processo de arredondamento das arestas, dentro de uma betoneira. São apresentados com face rústica nas medidas 4/6 cm, 6/8 cm e 8/10 cm.



**Figura 51 a – Cubos**

**Fonte: Primária, 2007.**



**Figura 51 b - Cubos tamborados**

**Fonte: Primária, 2007.**

*Bloco*: É obtido na lavra e cortado na área industrial, para posterior tratamento em teares. Com dimensões aproximadas entre 2,20 a 3,0 de comprimento; 1,40 a 1,60 de largura e 0,60 a 1,40 de espessura.



**Figura 52 – Bloco**

Fonte: Primária, 2007.

#### 7.4 Características Sócio-Econômicas das Empresas Pesquisadas

**Tabela 6: Número de funcionários diretos e indiretos por empresas**

<b>Empresa</b>	<b>Funcionários Diretos</b>	<b>Funcionários Indiretos</b>
Empresa A	15	5
Empresa B	26	6
Empresa C	1	4
Empresa D	15	0
Empresa E	2	5
Empresa F	4	0
Empresa G	6	0
Empresa H	2	0
Empresa I	11	0
Total:	82	20

Fonte: Pesquisa direta – abril 2007.

Para a presente investigação, convencionou-se considerar:

- GRANDE: Empresa A
- MÉDIA: Empresa B
- PEQUENA: Empresas D, E, I
- MICRO: Empresas C, F, G, H

Pelos dados da Tabela 6, somente nas empresas A, B, D e I o número de funcionários é significativo, podendo-se qualificá-las como geradoras de postos de trabalho para uma parcela pequena da população (67 funcionários).

Do ponto de vista social, esse número ganha maior relevância quando se admite que, para cada trabalhador empregado, há uma média de 5 pessoas beneficiadas indiretamente (335 ao todo).

Importa, porém, ressaltar o percentual de funcionários indiretos nas empresas A e B (aproximadamente 21,15%), revelando que elas adotam a terceirização de seus serviços, o que, na maioria das vezes, traz conseqüências negativas para os trabalhadores (salários inferiores; pouco ou nenhum benefício; instabilidade no emprego; condições precárias de segurança; exclusão de cursos, treinamentos, reciclagens; nenhuma participação na administração ou nos lucros).

Nas empresas D e I, o percentual de terceirização cai para 0%, apontando, possivelmente, para condições e remuneração do trabalho mais igualitárias.

Nas empresas C e E, ocorre o mesmo processo de terceirização, em níveis muito mais elevados (80% e 71%), com o agravante de apresentarem apenas 5 e 7 funcionários, respectivamente.

Quanto às empresas F, G e H, com número muito reduzido de trabalhadores, sem a presença de terceiros, parecem enquadrar-se entre as chamadas **empresas familiares**, caracterizadas por relações de trabalho bastante informais, baseadas no grau parentesco de seus proprietários e, ao mesmo tempo, trabalhadores.

Em termos globais, com um total de 102 funcionários, dos quais 20 (19,60%) terceirizados, as nove empresas pesquisadas, tal como atualmente se organizam e operam, não poderiam representar um segmento industrial capaz de

promover o desenvolvimento sócio-econômico de grande parcela da população, com impactos positivos para toda a região onde estão inseridas.

Observando-se os dados da tabela 7, percebe-se que somente as empresas A e B recebem, para tratamento, uma quantidade significativa de lajões, correspondente a duas ou até quatro vezes o que as demais recebem.

**Tabela 7: Volume de material recebido por mês por empresa**

<b>Empresa</b>	<b>Quantidade (em m<sup>2</sup>):</b>
Empresa A	6.000
Empresa B	5.000
Empresa C	2.200
Empresa D	2.200
Empresa E	1.500
Empresa F	1.000
Empresa G	1.000
Empresa H	1.000
Empresa I	1.000
Total:	20.900

Essa constatação é um claro indicador da superioridade das duas primeiras em relação às demais, o que justificou considerá-las GRANDE e MÉDIA, ou seja, as únicas que poderiam oferecer parâmetros de produtividade para avaliação e intervenção nas PEQUENAS e MICRO.

Conhecer a origem do quartzito (tabela 8) tratado pelas empresas tornou-se uma questão importante porque poderia atestar a vantagem daquelas que possuem sua (s) própria (s) pedreira (s) sobre aquelas que teriam de adquirir o material, em parte ou no todo, de terceiros.

**Tabela 8: Origem do material**

<b>Empresa:</b>	<b>Origem:</b>
Empresa A	Próprio
Empresa B	Próprio
Empresa C	Próprio
Empresa D	Próprio e de terceiros
Empresa E	Próprio
Empresa F	De Terceiros
Empresa G	Próprio
Empresa H	De Terceiros
Empresa I	Próprio e de terceiros

Embora a extração do quartzito também onere as empresas proprietárias de pedreiras, pode-se admitir que o preço inferior do metro quadrado, a maior qualidade e melhor especificação dos lajões, a proximidade maior entre o local de exploração e o de tratamento e a integração maior dos dois processos, gerenciados por uma única empresa, representam pontos fortes para os empreendimentos que se ocupam da extração e tratamento de seu próprio material.

Ao analisar a Tabela 9, pôde-se atingir parcialmente um dos objetivos da pesquisa, que era o de identificar os produtos gerados com o tratamento do quartzito.

**Tabela 9: Tipos de produtos por empresas**

Tipos de produtos	Empresas								
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
<b>SERRADOS</b>									
15x30cm	X	X	X	X	X	X	X	X	X
15x15cm	X	X	X	X	X	X	X	X	X
30x30cm	X	X	X	X	X	X	X	X	X
20x40cm	X	X	X	X	X	X	X	X	X
40x40cm	X	X	X	X	X	X	X	X	X
10x15cm	X	X	X	X	X	X	X	X	X
10x20cm	X	X	X	X	X	X	X	X	X
10x30cm	X	X	X	X	X	X	X	X	X
50x50cm	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<b>IRREGULARES</b>									
Almofada	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Lajinha	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Lajão	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Filete	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<b>OUTROS</b>									
	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Assim, ficou evidenciado que todas as empresas geram produtos serrados (de várias dimensões) e irregulares (almofadadas, lajinhas, lajões, filetes), além de outros não especificados, representados, em geral, por degraus, rodapés, cubos, peças tamboradas ou polidas, etc.

A única exceção ficou por conta das empresas A, B e G que produzem cubos, produtos tamborados e/ou polidos, o que não ocorre nas demais.

É interessante ressaltar, portanto, que, praticamente, a mesma variedade de produtos é observada em todas as empresas. Essa constatação nos possibilitaria afirmar que a exploração e o tratamento do quartzito são, em princípio, uma atividade econômica de alta produtividade, eficiência e rentabilidade, sendo possível o aproveitamento da matéria prima em índices elevados, tamanha a diversidade dos produtos gerados com demanda no mercado.

Conseqüentemente, é possível admitir que as diferenças observadas entre as empresas estão relacionadas mais à sua forma de organização, ao seu nível tecnológico, ao volume do material nelas tratado, ao capital nelas investido e ao número de funcionários por elas absorvidos e não à diversidade dos produtos por elas oferecidos.

Em outras palavras, poder-se-ia dizer que o tratamento do quartzito estaria entre os ramos industriais economicamente bastante produtivos, exigindo nível tecnológico pouco complexo, mão de obra pouco qualificada, o que possibilitaria ampliar suas atividades sem grande investimento e, assim, contribuir de forma mais efetiva para a transformação sócio-econômica da região.

A tabela 10 apresenta as empresas com o faturamento mensal respectivo e o percentual de participação no mercado de cada uma.

**Tabela 10: Faturamento mensal das empresas**

<b>Empresa:</b>	<b>Faturamento (R\$):</b>	<b>Percentual (%):</b>
Empresa A	R\$400.000,00	57,88
Empresa B	R\$150.000,00	21,70
Empresa C	R\$25.000,00	3,62
Empresa D	R\$27.500,00	3,99
Empresa E	R\$25.000,00	3,62
Empresa F	R\$20.000,00	2,90
Empresa G	R\$15.000,00	2,17
Empresa H	R\$3.500,00	0,50
Empresa I	R\$25.000,00	3,62
Total:	R\$691.000,00	100

Numa análise imediata, percebe-se que os maiores faturamentos correspondem à empresa grande e à média, os faturamentos intermediários correspondem às empresas pequenas e os faturamentos menores correspondem às micro empresas.

Os demais dados apontam para uma relação direta entre porte da empresa, volume de quartzito tratado, disponibilidade de material próprio, número de funcionários e faturamento mensal alcançado.

O fato de uma única empresa (A), entre nove, ser responsável por 57,88% do faturamento total (R\$691.000,00), demonstra sua superioridade sobre as demais, sugerindo que as médias, pequenas e micro empresas têm ainda largo espaço no mercado para crescer, caso as condições para isso sejam buscadas, tendo como referência a empresa A.

Considerando que esse potencial de crescimento se concretize, a indústria de beneficiamento do quartzito se tornaria um ramo de atividade cujo impacto sócio-econômico positivo poderia gerar transformações efetivas na qualidade de vida de parte da população de Ouro Preto, preservando os recursos naturais, em especial a água utilizada no processo.

A tabela 11, bastante incompleta, ainda assim pôde fornecer dados que contribuíram para respostas às indagações desta pesquisa.

**Tabela 11: Custos nas empresas**

<b>Empresa</b>	<b>Pessoal</b>	<b>Energia</b>	<b>Equip.</b>	<b>Matéria prima</b>	<b>Aluguel / arrend.</b>	<b>Total</b>
Empresa A	R\$22.000,	R\$8.000,	R\$16.000,	-	R\$20.000,	R\$56.000,
Empresa B	R\$18.514,	R\$3.100,	R\$8.000,	-	R\$1.400,	R\$27.914,
Empresa C	R\$2.500,	R\$400,	R\$1.180,	-	-	R\$4.080,
Empresa D	R\$7.000,	R\$900,	R\$3.520,	-	-	R\$11.420,
Empresa E	R\$4.000,	R\$700,	R\$3.500,	-	R\$350,	R\$8.550,
Empresa F	-	R\$900,	-	-	-	R\$900,
Empresa G	R\$10.000,	R\$700,	R\$4.500,	-	-	R\$15.200,
Empresa H	-	R\$180,	R\$800,	-	R\$525,	R\$1.505,
Empresa I	R\$5.000,	R\$700,	R\$2.500,	R\$8.000,	R\$300,	R\$16.500,
<b>Total:</b>	R\$69.014,	R\$15.580,	R\$40.000,	R\$8.000,	R\$22.575,	R\$142.069,

A última coluna, que sintetiza as anteriores, teve de ser desconsiderada, assim como a 5ª e a 6ª.

Levando-se em conta a coluna 2 da tabela 11 e o faturamento mensal de cada empresa (tabela 10), pôde-se construir a tabela 12, que relaciona faturamento / custo com pessoal.

**Tabela 12: Relação faturamento X custo com pessoal**

<b>Empresa</b>	<b>Faturamento mensal</b>	<b>Custo com pessoal</b>	<b>%</b>
Empresa A	R\$400.000,00	R\$22.000,00	5,50
Empresa B	R\$150.000,00	R\$18.514,00	12,34
Empresa C	R\$25.000,00	R\$2.500,00	10,00
Empresa D	R\$27.500,00	R\$7.000,00	25,45
Empresa E	R\$25.000,00	R\$4.000,00	16,00
Empresa F	R\$20.000,00	-	-
Empresa G	R\$15.000,00	R\$10.000,00	66,66
Empresa H	R\$3.500,00	-	-
Empresa I	R\$25.000,00	R\$5.000,00	20,00
Total	R\$691.000,00	R\$69.014,00	9,98

Observa-se que o custo com pessoal nas empresas é bastante diferenciado em termos percentuais, variando de 5,50% (mínimo) a 66,66% (máximo). Chama a atenção o fato de que a maior das empresas, tanto em faturamento quanto em produtividade, seja a que destina menor percentual aos funcionários.

Assim, o percentual de 5,50%, observado na empresa A, sugere que as relações de trabalho ali estabelecidas são precárias, talvez baixos salários, garantias e benefícios aos funcionários reduzidos. Esse percentual provavelmente seria maior, caso a empresa reduzisse sua prática de terceirização.

Igualmente digno de nota é o caso da empresa G, com o segundo menor faturamento (R\$15.000,00), que apresenta um custo com pessoal muito superior ao de todas (66,66%)

Em síntese, o que se pode admitir é que, pelos padrões tecnológicos e organizacionais precários das empresas, não há uma política de pessoal estabelecida entre elas, resultante de negociações já firmadas entre empregados e empregadores. A falta dessa política teria como consequência imediata a precarização das condições de trabalho e vida dos funcionários.

**Tabela 13: Relação faturamento X custo com energia**

<b>Empresa</b>	<b>Faturamento mensal</b>	<b>Custo Energia</b>	<b>%</b>
Empresa A	R\$400.000,00	R\$8.000,00	2,00
Empresa B	R\$150.000,00	R\$3.100,00	2,07
Empresa C	R\$25.000,00	R\$400,00	1,60
Empresa D	R\$27.500,00	R\$90,00	0,32
Empresa E	R\$25.000,00	R\$700,00	2,80
Empresa F	R\$20.000,00	R\$90,00	0,45
Empresa G	R\$15.000,00	R\$700,00	4,67
Empresa H	R\$3.500,00	R\$180,00	5,14
Empresa I	R\$25.000,00	R\$700,00	2,80
Total:	R\$691.000,00	R\$15.580,00	2,25

O custo com energia, quando relacionado ao faturamento mensal de cada empresa, apresenta menor diversidade (de 5,14% a 0,32%).

De fato, oito das nove empresas pesquisadas têm custo abaixo de 3% de seu faturamento com energia. Isso permitiria supor que o beneficiamento do quartzito é

atividade que demanda pouca energia, dado à pequena complexidade de seu processo de produção. Também poder-se-ia admitir que as duas maiores empresas (A e B), por terem adquirido nível tecnológico mais avançado, conseguem manter os custos com energia reduzidos (2,00% e 2,07%), com produtividade superior.

O maior percentual está relacionado à empresa H, correspondendo à de menor faturamento (R\$3.500,00). Esse fato parece confirmar a hipótese já levantada de que as de maior faturamento, por serem mais desenvolvidas tecnologicamente, operam com maior eficiência e poupam energia, ocorrendo o oposto com as de menor faturamento. Um trabalho nesse sentido teria de ser desenvolvido junto às menores para que alcançassem melhor desempenho na relação faturamento / custo com energia.

Mais uma vez, ao se buscar a relação faturamento mensal e custo com equipamentos ( tabela 14), os resultados se mostram bastante diferenciados (de 30,00% a 4,00%) e, algumas vezes, até discrepantes.

**Tabela 14: Relação faturamento X custo com equipamentos**

<b>Empresa</b>	<b>Faturamento mensal</b>	<b>Custo equipamento</b>	<b>%</b>
Empresa A	R\$400.000,00	R\$16.000,00	4,00
Empresa B	R\$150.000,00	R\$8.000,00	5,33
Empresa C	R\$25.000,00	R\$1.180,00	4,72
Empresa D	R\$27.500,00	R\$3.520,00	12,80
Empresa E	R\$25.000,00	R\$3.500,00	14,00
Empresa F	R\$20.000,00	-	-
Empresa G	R\$15.000,00	R\$4.500,00	30,00
Empresa H	R\$3.500,00	R\$800,00	22,85
Empresa I	R\$25.000,00	R\$2.800,00	11,20
Total:	R\$691.000,00	R\$40.300,00	5,83

**Fonte: Pesquisa direta, abril/2007.**

A empresa A é a que tem menor custo com equipamentos, podendo-se admitir que, pelo volume de seu faturamento, é a empresa que já teria renovado seu parque industrial com equipamentos mais diversificados, modernos e de qualidade superior que, a médio prazo, diluíram o seu custo com maximização da produtividade e do lucro.

Surpreende o índice muito alto de custo em equipamentos (22,85% e 30,00%) das empresas H e G, visto tratarem-se das menores de todas. Esses números permitem supor que o baixo nível organizacional e operacional estariam gerando custos elevados com manutenção, reposição e até aluguel de equipamentos, sem alcançar crescimento da produção, nem faturamento superior.

Não restam dúvidas do quanto seria importante um assessoramento às empresas para que as experiências bem sucedidas de algumas pudessem ser conhecidas e adotadas, pelo menos em parte, pela totalidade, com impactos sócio-econômicos positivos para os envolvidos nesse ramo de atividade comprovadamente promissor.

As tabelas 15 e 16 são complementares, razão pela qual foram apresentadas e analisadas em conjunto.

**Tabela 15: Nível de tecnologia**

Empresas	Equipamentos						
	Máquina de corte		Disco de corte				
	Motor Bifásico	Motor Trifásico	M-44 Plus	M-25 Ouro Premium	Dinser Ferr. Ar-5	Serpa sp 250	Supremo
Empresa A		X				X	
Empresa B		X		X			X
Empresa C	X		X				
Empresa D		X		X			
Empresa E		X	X				
Empresa F		X	X				
Empresa G		X	X				
Empresa H		X			X		
Empresa I		X	X				

**Tabela 16: Relação entre disco de corte e produtividade**

Discos	Produtividade
M-44 Plus	100m <sup>2</sup>
M-25 Ouro Premium	140m <sup>2</sup>
Dinser Ferr. Ar-5	110m <sup>2</sup>
Serpa ap 250	110m <sup>2</sup>
Supremo	120m <sup>2</sup>

Buscando-se avaliar o nível tecnológico das empresas, tomaram-se como referência apenas duas variáveis, de grande relevância na determinação da produtividade: o tipo do motor e do disco de corte empregados no tratamento do quartzito.

Quanto à primeira variável, observa-se que todas as empresas utilizam o motor trifásico, com exceção da C que permanece com motor bifásico. Essa variável, portanto, deixa de ser relevante para justificar a diferença entre as empresas.

No entanto, quando se considera a variável disco de corte e sua relação com a produtividade, ou seja, o número de m<sup>2</sup> que cada disco pode cortar, percebe-se maior diferenciação na escolha das empresas.

A empresa A, até agora comprovadamente superior às demais, é a única que adota o disco Serpa sp 250, com capacidade de corte de 100 m<sup>2</sup>, o terceiro em produtividade, comparável ao disco M-44 Plus, adotado pela maioria das empresas (C, E, F, G e I).

Apenas duas, a empresa B (segunda em importância) e a empresa D utilizam o disco M-25 Ouro Premium de maior produtividade (140 m<sup>2</sup> de quartzito).

A empresa H (última em importância) é a única que trabalha com o disco Dinser Ferr. Ar-5, de produtividade intermediária (110 m<sup>2</sup> de quartzito), enquanto a empresa B recentemente incluiu o disco Supremo (120 m<sup>2</sup> de quartzito).

Os dados obtidos não são suficientes para afirmar, mas apenas supor, que a opção pelos discos Serpa e M-25 estariam determinando a maior produtividade das empresas A e B. Um aprofundamento da investigação seria necessário para avaliar outros aspectos relevantes como custo dos discos versus retorno que oferecem, facilidade de aquisição junto aos fornecedores, resistência dos discos a possíveis falhas de operação, adaptabilidade dos discos a quaisquer equipamentos, etc.

Uma intervenção junto às empresas no sentido de que adotem um determinado tipo de disco exigiria que as questões pendentes fossem primeiramente investigadas.

Conforme especificado na tabela 17, as empresas A e B, respectivamente 1ª e 2ª em importância, são as únicas que atingiram padrões de qualidade e produtividade para colocarem seus produtos no mercado externo. As demais se limitam a atender as demandas locais e, dentro das possibilidades de cada uma, abastecer parte do mercado nacional.

**Tabela 17: Colocação de produtos no mercado**

Empresas	Mercado interno		Mercado externo
	Local	Nacional	
Empresa A	X	X	X
Empresa B	X	X	X
Empresa C	X	X	
Empresa D	X	X	
Empresa E	X	X	
Empresa F	X	X	
Empresa G	X	X	
Empresa H	X	X	
Empresa I	X	X	

Embora duas entre nove empresas representem um percentual bastante reduzido (22,22%), o fato de já haver abertura comprovada para o mercado externo vem demonstrar o potencial que as beneficiadoras do quartzito têm para crescer e, conseqüentemente, modificarem o quadro sócio-econômico da região.

### **7.5 Relação entre o Consumo da Água no Tratamento do Quartzito e a Quantidade de Bens Produzidos**

Após o trabalho de campo objetivando chegar a essa relação, construíram-se as tabelas a seguir apresentadas:

**Tabela 18 a: Vazão de água na serragem do quartzito**

<b>Empresa</b>	<b>Quantidade (litros)</b>	<b>Tempo em segundos</b>	<b>Vazão em l/seg.</b>
A	20	46,6	0,43
A	20	46,6	0,43
A	20	47	0,42
A	20	41,6	0,48
A	20	41,8	0,48
B	20	54,6	0,37
B	20	43,6	0,46
B	20	38,1	0,52
B	20	58	0,34
B	20	46	0,43
B	20	46	0,43
B	20	54	0,37
B	20	43	0,46
B	20	43	0,46
E	15	33,4	0,45
E	15	33,6	0,45
<b>Vazão média</b>			<b>0,43</b>

A tabela anterior mostra o volume da água medido nos aspersores que resfriam a serra e a pedra (20 litros e 15 litros) e o tempo cronometrado em segundos para consumo dessa água. Estabelecida a relação, obteve-se a vazão de água por segundo.

Observa-se que o tempo gasto para utilização da mesma quantidade de água varia de 58,0 a 38,1 segundos na empresa B, o que gera as diferenças na última coluna. Essa variação se explica pelo fato de que as medições foram realizadas nos aspersores das várias serras de que a empresa dispõe. Nesses aspersores, a vazão não é sempre a mesma, pois se observa queda ou elevação da pressão da água, conforme o maior ou menor número de serras que estão em atividade no momento da medição.

Na empresa pequena (E), que conta com apenas duas serras, duas medições foram suficientes.

Estabelecida a média geral, constatou-se que a vazão de água por segundo é de 0,43 litros. Considerando-se que, a cada turno de 8 horas de trabalho, o operador utiliza 5 a 6 horas para a serragem propriamente dita, a quantidade de água demandada para o resfriamento da serra e a redução de poeira seria de 7.740 a 9.288 litros por dia,

por operador, volume que se avalia como extremamente elevado quando se leva em conta a necessidade de preservar os recursos hídricos, questão que hoje adquiriu importância mundial.

**Tabela 18 b: Vazão da água na serragem do quartzito**

<b>Empresa</b>	<b>Quantidade (litros)</b>	<b>Tempo (segundos)</b>	<b>Vazão (l/seg.)</b>
B	150	285	0,53
B	150	288	0,52
B	150	280	0,53
B	20	42	0,48
B	20	45	0,44
B	20	44	0,45
B	20	48	0,41
B	20	45	0,44
<b>Consumo médio</b>			<b>0,47</b>

A tabela 18 b, com o mesmo título da anterior, traz as mesmas informações contidas na tabela 18 a, com a diferença de que as medidas da água foram efetuadas após o processo de serragem, no escoamento do líquido e não nos aspersores das serras.

Essa pesquisa, realizada só na empresa B, serviu para verificar a eficácia da metodologia adotada. A média a que se chegou, de 0,47 litros por segundo, ficou muito próxima da anterior (0,43l/s), valor que foi adotado por ter incluído mais medições e mais empresas pesquisadas.

**Tabela 19 a: Índice de aproveitamento do quartzito na Empresa A (1)**

<b>Medida do lajão (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Tamanho das peças (m)</b>	<b>Quantidade das peças</b>	<b>Somatório das peças (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Aproveitamento (%)</b>
0,42	0,10 x 0,20	17	0,34	81
0,18	0,10 x 0,20	5	0,1	55
0,38	0,10 x 0,20	13	0,26	68
0,23	0,10 x 0,20	8	0,16	70
0,14	0,10 x 0,20	5	0,1	71
0,3	0,10 x 0,20	12	0,24	80
0,22	0,10 x 0,20	6	0,12	55
0,38	0,10 x 0,20	12	0,24	63
<b>Média</b>				<b>68</b>

**Tabela 19 b: Índice de aproveitamento do quartzito na empresa A (2)**

<b>Medida do lajão (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Tamanho das peças (m)</b>	<b>Quantidade das peças</b>	<b>Somatório das peças (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Aproveitamento (%)</b>
0,15	0,10 x 0,30	3	0,1125	75
	0,15 x 0,15	1		
0,585	0,10 x 0,30	14	0,42	72
0,326	0,10 x 0,30	7	0,21	64
0,236	0,10 x 0,30	5	0,15	64
0,32	0,10 x 0,30	8	0,24	75
0,35	0,10 x 0,30	8	0,24	69
0,10	0,10 x 0,30	2	0,06	60
0,35	0,15 x 0,15	1	0,262	75
	0,10 x 0,30	8		
<b>Média</b>				69

**Tabela 20 a: Índice de aproveitamento do quartzito na empresa B (1)**

<b>Medida do lajão (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Tamanho das peças (m)</b>	<b>Quantidade de peças</b>	<b>Somatório das peças (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Aproveitamento (%)</b>
0,341	0,3 x 0,3	3	0,27	79
1,30	1,20 x 0,29	2	1,086	83
	0,10 x 0,20	2		
	0,50 x 0,70	1		
0,89	1,20 x 0,29	2	0,69	77
0,24	0,40 x 0,40	1	0,2	83
	0,10 x 0,40	1		
0,58	0,40 x 0,40	2	0,465	80
	0,15 x 0,30	1		
	0,10 x 0,10	1		
0,48	0,40 x 0,40	1	0,37	77
	0,10 x 0,40	1		
	0,30 x 0,30	1		
	0,20 x 0,20	2		
0,24	0,40 x 0,40	1	0,2	83
	0,10 x 0,40	1		
0,25	0,40 x 0,40	1	0,16	64
0,58	0,40 x 0,40	2	0,465	80
	0,15 x 0,30	1		
	0,10 x 0,10	1		
0,48	0,40 x 0,40	1	0,37	77
	0,10 x 0,40	1		
	0,30 x 0,30	1		
	0,20 x 0,20	2		
0,41	0,30 x 0,30	3	0,36	87
	0,15 x 0,30	1		
	0,15 x 0,15	1		
	0,10 x 0,20	1		
0,40	0,40 x 0,40	1	0,31	78
	0,20 x 0,40	1		
	0,10 x 0,30	1		
	0,10 x 0,20	2		
<b>Média</b>				79

**Tabela 20 b: Índice de aproveitamento do quartzito na empresa B (2)**

<b>Medida do lajão (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Tamanho das peças (m)</b>	<b>Quantidade de peças</b>	<b>Somatório das peças (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Aproveitamento (%)</b>
0,24	0,15 x 0,30	3	0,16	65
	0,15 x 0,15	1		
0,18	0,15 x 0,30	3	0,135	75
0,12	0,15 x 0,30	2	0,09	75
0,20	0,15 x 0,30	3	0,135	68
0,20	0,15 x 0,30	3	0,135	68
0,20	0,15 x 0,30	3	0,135	68
0,10	0,15 x 0,30	1	0,045	45
0,30	0,15 x 0,15	1	0,202	67
	0,15 x 0,30	4		
0,06	0,15 x 0,30	1	0,045	75
0,41	0,30 x 0,30	3	0,36	87
	0,15 x 0,30	1		
	0,15 x 0,15	1		
	0,10 x 0,20	1		
0,40	0,40 x 0,40	1	0,31	78
	0,20 x 0,40	1		
	0,10 x 0,30	1		
	0,10 x 0,20	2		
<b>Média</b>				<b>77</b>

**Tabela 20 c: Índice de aproveitamento do quartzito na empresa B (3)**

<b>Medida do lajão (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Tamanho das peças (m)</b>	<b>Quantidade de peças</b>	<b>Somatório das peças (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Aproveitamento (%)</b>
0,15	0,15 x 0,30	2	0,1125	75
	0,15 x 0,15	1		
0,35	0,15 x 0,30	6	0,27	77
0,45	0,15 x 0,30	8	0,39	86
	0,10 x 0,30	1		
0,40	0,15 x 0,30	8	0,38	95
	0,15 x 0,15	1		
0,27	0,15 x 0,30	4	0,21	78
	0,10 x 0,10	1		
0,16	0,15 x 0,30	2	0,12	75
	0,10 x 0,30	2		
0,17	0,15 x 0,30	2	0,09	53
0,15	0,15 x 0,30	2	0,12	80
	0,10 x 0,30	1		
<b>Média</b>				<b>77,4</b>

**Tabela 21: Índice de aproveitamento do quartzito na empresa E**

<b>Medida do lajão (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Tamanho das peças (m)</b>	<b>Quantidade de peças</b>	<b>Somatório das peças (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Aproveitamento (%)</b>
0,88	0,15 x 0,30	17	0,845	96
	0,10 x 0,30	2		
	0,10 x 0,20	1		
0,23	0,15 x 0,30	4	0,21	91
	0,10 x 0,20	1		
	0,10 x 0,15	1		
0,175	0,15 x 0,30	3	0,165	94
	0,10 x 0,30	1		
<b>Média</b>				<b>93,6</b>

Tomando-se as médias de aproveitamento do quartzito em cada empresa tem-se:

- Empresa A: 68,5% (média entre os dois percentuais)
- Empresa B: 77% (média entre os três percentuais)
- Empresa E: 93,6%

Esses resultados parecem bastante discrepantes quando se constata que o maior índice de aproveitamento é obtido pela menor das empresas (E) e o menor, pela empresa maior, mais bem instalada e organizada (A), ficando o índice intermediário com a empresa B.

Na interpretação desses dados, não se podem desconsiderar alguns fatores presentes no processo de serragem e mesmo na política das empresas, que interferem no aproveitamento do quartzito. Entre eles, foram observados:

- o tamanho do lajão bruto → quanto maior o lajão, maiores as possibilidades de se cortarem peças de diferentes dimensões, aproveitando-se ao máximo o material e reduzindo-se o rejeito. Assim, foi constatado que lajões inferiores a 0,3 m<sup>2</sup> resultam sempre em menor aproveitamento;

- a aptidão do operador → entre os vários operadores que trabalham nas serras, observou-se que alguns apresentam maior experiência e habilidade para o corte das peças, obtendo melhor aproveitamento do que seus colegas, menos capacitados e treinados;

- a origem do quartzito a ser tratado → esse fator mostrou ser de grande relevância para justificar as variações no aproveitamento do material. Verificou-se, que na empresa E, que trabalha com quartzito escasso, fornecido por terceiros e, portanto, mais caro, é grande a preocupação em não produzir rejeitos, aproveitando-se ao máximo a matéria prima com a serragem de peças de tamanhos variados.

Por outro lado, nas empresas que possuem suas próprias pedreiras, não se verifica o mesmo empenho, preferindo-se, quase sempre, evitar mudança ou interrupção na produção programada. Em outras palavras, se o consumidor exigir as peças de determinado tamanho, a empresa determina que se produza em série todo o lote encomendado, independentemente do rejeito produzido;

- a disponibilidade de área para disposição do rejeito → na empresa A, que busca operar segundo as normas ambientais, existe local apropriado e aprovado pelos órgãos de fiscalização para empilhamento da matéria prima não utilizada. Assim, não constitui problema para essa empresa a disposição de rejeito, já que quase a totalidade desse material é utilizada para recomposição topográfica das áreas de onde é extraído o quartzito, sendo essa uma obrigação que compete a toda empresa mineradora.

Por outro lado, as empresas B e E, como todas as outras pesquisadas, não contam com esse espaço para acumulação do material descartado, sendo tal material depositado em locais próximos às áreas de produção, gerando sérios problemas de degradação ambiental. Por essa razão, tais empresas sofrem permanente pressão dos órgãos públicos de fiscalização para que essa prática seja eliminada. Fica, então, evidenciado que, para essas empresas, quanto menor o volume do rejeito, menos dificuldades terão de retirá-lo da área de produção, sendo essa *uma das razões* pela qual apresentam maiores índices de aproveitamento do quartzito.

É importante ressaltar, porém, que, produzindo menor quantidade de rejeito, a questão da degradação ambiental não fica resolvida, mas apenas minorada, sendo esse um tema em permanente discussão entre os empresários, os responsáveis pela fiscalização e a própria população que tem consciência dos danos irreparáveis que o meio ambiente vem sofrendo;

- a superioridade tecnológica da empresa → na empresa B (média) e E (pequena), o rejeito é aproveitado para obtenção de outros produtos, tais como filetes e cubos, crescendo o percentual de aproveitamento do quartzito.

Já na empresa A, que dispõe de equipamento e tecnologia mais sofisticados e modernos, o rejeito gerado no setor de serragem não é aproveitado como matéria prima para o setor de prensagem. O quartzito que é trabalhado na prensa já chega da pedreira com especificação e conformação próprias para essa finalidade.

Em síntese, constatou-se que o aproveitamento da matéria prima utilizada nas empresas apresenta índices bem diversificados, o que se justifica, em grande parte, pelos argumentos apresentados anteriormente.

**Tabela 22: Dados da empresa A para obtenção da relação produtividade x consumo de água**

<b>Medida do lajão (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Tamanho das peças (m)</b>	<b>Quantidade de peças</b>	<b>Somatório das peças (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Tempo para serrar o lajão (min)</b>	<b>Tempo para serrar 1m<sup>2</sup> de lajão (min)</b>
0,42	0,10x0,20	17	0,34	3,5	10,5
0,18	0,10x0,20	5	0,1	1,16	11,6
0,38	0,10x0,20	13	0,26	2,5	11,7
0,23	0,10x0,20	8	0,16	2,0	12,5
0,14	0,10x0,20	5	0,1	1,32	13,1
0,3	0,10x0,20	12	0,24	2,83	11,80
0,22	0,10x0,20	6	0,12	2,0	16,6
0,38	0,10x0,20	12	0,24	3,0	12,5
<b>Média</b>					12,5

**Tabela 23: Dados da empresa B para obtenção da relação produtividade x consumo de água**

Medida do lajão (m <sup>2</sup> )	Tamanho das peças (m)	Quantidade de peças	Somatório das peças (m <sup>2</sup> )	Tempo para serrar o lajão (min)	Tempo para serrar 1m <sup>2</sup> de lajão (min)
0,24	0,15 x 0,30	3	0,16	1,25	7,8
	0,15 x 0,15	1			
0,18	0,15 x 0,30	3	0,135	0,9	6,6
0,12	0,15 x 0,30	2	0,09	0,8	6,0
0,20	0,15 x 0,30	3	0,135	1,08	8,0
0,20	0,15 x 0,30	3	0,135	1,05	7,7
0,20	0,15 x 0,30	3	0,135	1,05	8,0
0,10	0,15 x 0,30	1	0,045	0,63	14
0,30	0,15 x 0,15	1	0,202	2,16	11
	0,15 x 0,30	4			
0,60	0,15 x 0,30	1	0,045	0,9	20
0,41	0,30 x 0,30	3	0,36	4,55	12,5
	0,15 x 0,30	1			
	0,15 x 0,15	1			
	0,10 x 0,20	1			
0,40	0,40 x 0,40	1	0,31	2,7	8,7
	0,20 x 0,40	1			
	0,10 x 0,30	1			
<b>Média</b>					10,03

**Tabela 24: Dados da empresa E para obtenção da relação produtividade x consumo de água**

Medida do lajão (m <sup>2</sup> )	Tamanho das peças (m)	Quantidade de peças	Somatório das peças (m <sup>2</sup> )	Tempo para serrar o lajão (min)	Tempo para serrar 1m <sup>2</sup> de lajão (min)
0,88	0,15 x 0,30	17	0,845	9	10,65
	0,10 x 0,30	2			
	0,10 x 0,20	1			
0,23	0,15 x 0,30	4	0,21	5	23
	0,10 x 0,20	1			
	0,10 x 0,15	1			
0,175	0,15 x 0,30	3	0,165	3,75	20
	0,10 x 0,30	1			
<b>Média</b>					17,88

Na empresa A, cronometrou-se 12,5 minutos em média para a serragem de 1 m<sup>2</sup> de lajão. Considerando-se que cada operador serra, em média, 26 m<sup>2</sup> num turno de 8 horas (excepcionalmente podendo chegar a 30 m<sup>2</sup>) de quartzito por dia de trabalho, estabeleceram-se as seguintes relações:

- consumo de água por segundo → 0,43 litros
- consumo de água por minuto → 25,80 litros
- tempo utilizado para serragem de 1m<sup>2</sup> → 12,5 minutos
- consumo de água para serragem de 1m<sup>2</sup> → (12,5 min x 25,80 l) = 322,5

litros

- consumo de água para serragem de 26m<sup>2</sup> (produção diária do operador) num turno de 8 horas → (322,5 l x 26 m<sup>2</sup>) = 8.385 litros.

Em síntese, a relação entre consumo de água e quantidade de bens produzidos, na empresa A é: para cada m<sup>2</sup> de quartzito tratado, necessita-se de 322,5 litros de água. Se considerada a produção diária de cada operador, nas seis horas que ele efetivamente opera a serra, o consumo de água sobe para 8.385 litros.

Na empresa B, o tempo médio utilizado na serragem do m<sup>2</sup> do lajão foi de 10,03 minutos. Repetindo-se os procedimentos adotados para a empresa A, chegou-se às seguintes relações:

- consumo de água por segundo → 0,43 litros
- consumo de água por minuto → 25,80 litros
- tempo utilizado para serragem de 1m<sup>2</sup> → 10,3 minutos
- consumo de água para serragem de 1m<sup>2</sup> → (10,3 min x 25,80 l) = 265,74

litros

- consumo de água para serragem de 26 m<sup>2</sup> (produção diária de cada operador) → (265,74 l x 26 m<sup>2</sup>) = 6.909,3 litros.

A relação entre consumo de água e quantidade de bens produzidos, na empresa B, é: para cada m<sup>2</sup> de quartzito tratado, necessita-se de 265,74 litros de água. Considerando-se a produção diária, por operador, essa relação passa a ser: para cada 26m<sup>2</sup> de matéria prima serrada, consomem-se 6.909,3 litros de água. Sabendo-se que a empresa B conta com 6 operadores, poder-se-ia dizer que, em média, são tratados por dia 156m<sup>2</sup> de quartzito, gerando-se um consumo total de água de 41.455 litros.

Na empresa E, o tempo médio utilizado na serragem do m<sup>2</sup> do lajão foi de 17,88 minutos. Adotando-se a mesma metodologia aplicada nas empresas A e B, foi possível estabelecer as seguintes relações:

- consumo de água por segundo → 0,43 litros
- consumo de água por minuto → 25,80 litros
- tempo utilizado para serragem de 1m<sup>2</sup> → 17,88 minutos
- consumo de água para serragem de 1m<sup>2</sup> → (17,88 min x 25,80 l) = 461,30 litros
- consumo de água para serragem de 26m<sup>2</sup> (produção diária de cada operador) num turno de 8 horas → (461,30 l x 26 m<sup>2</sup>) = 11.994 litros.

A relação entre o consumo de água e a quantidade de bens produzidos, na empresa E, é: para cada m<sup>2</sup> de quartzito tratado, consomem-se 461,30 litros de água. Considerando-se os 26 m<sup>2</sup> produzidos por dia, por operador, esse consumo atinge 11.994 litros.

Os resultados dessa pesquisa indicaram que, dependendo da empresa, o tempo consumido para tratamento de 1 m<sup>2</sup> de quartzito cresce bastante. O maior tempo foi observado na menor empresa. Possíveis justificativas para essas variações estariam relacionadas à qualidade dos equipamentos; à habilidade e experiência dos operadores; à interrupção do processo de serragem para necessários ajustes da pedra na mesa ou para constantes intervenções no fluxo da água (abertura e fechamento dos aspersores), o que só ocorre nas empresas B e E; e ainda à prática adotada na empresa A de serragem em série de um só tipo de produto, enquanto, nas outras, peças de diferentes dimensões são produzidas ao mesmo tempo, para se aproveitar melhor a matéria prima.

**Tabela 25: Bens produzidos X consumo de água**

<b>Empresa</b>	<b>Produção diária em m<sup>2</sup></b>	<b>Consumo diário de água em litros</b>
Empresa A	182	58.695
Empresa B	156	41.455
Empresa E	52	23.987

Quanto à relação consumo de água e quantidade de bens produzidos, comprovou-se que a atividade de serragem do produto demanda volume exagerado de água. Essa água vai sendo descartada durante o processo de serragem, sendo lançada nos córregos e rios no estado em que se encontra após o tratamento do quartzito, gerando perda e contaminação desse recurso natural.

Somente na empresa A existem instalações para tratamento da água utilizada, antes que seja retornada à natureza, assim como é somente nessa empresa que se encontra um sistema para reaproveitamento de parte da água consumida.

Providências urgentes terão de ser tomadas, algumas relativamente simples e não muito onerosas, para que essas práticas, que há anos vêm comprometendo o volume e a qualidade da água existente próximo às serrarias, sejam substituídas por outras que minimizem a degradação e o consumo dos recursos hídricos.

## 7.6 Relação entre a Quantidade de Rejeitos Gerados na Atividade de Tratamento do Quartzito e a Quantidade de Bens Produzidos

### 7.6.1 Peças Serradas

**Tabela 26: Dados da empresa A para cálculo do índice de rejeitos**

Medida do lote de lajões (m <sup>3</sup> )	Medida do lote de lajões (m <sup>2</sup> )	Tamanho das peças após o corte (m)	Quantidade de peças	Somatório das peças (m <sup>2</sup> )	Aproveitamento (%)	Total de rejeito (m <sup>3</sup> )	Índice de rejeito (%)
0,36x 0,70x 0,48m= 0,121m <sup>3</sup>	1,546	0,10x0,30	32	1,05	68	0,06	49
		0,15x0,15	4				

**Tabela 27: Dados da empresa B para cálculo do índice de rejeitos**

Medida do lote de lajões (m <sup>3</sup> )	Medida do lote de lajões (m <sup>2</sup> )	Tamanho das peças após o corte (m)	Quantidade de peças	Somatório das peças (m <sup>2</sup> )	Aproveitamento (%)	Total de rejeito (m <sup>3</sup> )	Índice de rejeito (%)
2,20 x 1,15 x 0,26 = 0,66m <sup>3</sup>	8	0,40x0,40	1	6,45	81	0,3	45
		0,10x0,30	187				
		0,10x0,20	30				
		0,20x0,20	1				

**Tabela 28: Dados da empresa E para cálculo do índice de rejeitos**

Medida do lote de lajões (m <sup>3</sup> )	Medida do lote de lajões (m <sup>2</sup> )	Tamanho das peças após o corte (m)	Quantidade de peças	Somatório das peças (m <sup>2</sup> )	Aproveitamento (%)	Total de rejeito (m <sup>3</sup> )	Índice de rejeito (%)
1,70 x 0,84 x 0,17 = 0,243m <sup>3</sup>	3,6	0,15x0,30	62	3,325	92	0,090	37
		0,10x0,30	10				
		0,10x0,20	9				
		0,10x0,10	1				
		0,10x0,15	3				

Tal como no cálculo da relação material tratado X bens produzidos, ao se pesquisar a relação material tratado X rejeitos gerados, o maior índice de perdas (49%) se verificou na maior das empresas (A), o índice intermediário (45%) ficou com a empresa média (B) e o menor índice (37%) foi observado na empresa pequena (E).

Se considerada a média entre as empresas A, B e E, o índice de rejeitos se situa na faixa dos 43,66%, quase metade do total de matéria prima utilizada no início do processo, quando considerado em termos volumétricos.

As justificativas para as diferenças detectadas entre as três empresas se devem a uma diversidade de fatores. Dentre eles, os mesmos já apontados para as diferenças entre consumo de água e bens produzidos (vide item 7.5).

Ainda é importante destacar que, ao se pesquisar os índices de rejeito, trabalhando-se com as áreas medidas brutas e serradas, calcularam-se novamente os índices de aproveitamento de matéria prima, obtendo-se números bem próximos aos obtidos e já comentados anteriormente (vide páginas 106 a 110 desta dissertação).

Assim:

**Tabela 29: Índices de aproveitamento do quartzito pela área serrada e pelo rejeito gerado**

<b>Empresa</b>	<b>Índice de aproveitamento pela área serrada (%)</b>	<b>Índice de aproveitamento pelo rejeito gerado (%)</b>
A	68,5	68,0
B	77,0	81,0
E	93,6	92,0

Sem dúvida, essa segunda avaliação contribuiu para confirmar os resultados da primeira, com pequena discrepância entre os dados da empresa B.

Retornando-se à questão central deste tópico, pode-se afirmar que o percentual de matéria prima descartado em média (43,66%) pelas empresas é extremamente elevado. Além da enorme perda de quartzito, que deixa de ser tratado e comercializado, outra questão, tão grave quanto essa, tem de ser considerada: todo esse volume de rejeitos, ao ser removido das áreas de operação, tem sido lançado nas encostas, próximas às matas, córregos e rios, elevando a degradação ambiental e poluição visual em níveis inaceitáveis. Somente na empresa A, conforme comentado anteriormente, o material descartado tem sido utilizado, na maior parte, para recomposição topográfica de áreas mineradas. Nas oito empresas restantes, pouco se fez, até hoje, para atender as normas ambientais.

Tais problemas, pela proporção que já assumiram, constituem pontos de grande fragilidade desse ramo industrial na região estudada, exigindo soluções urgentes e concretas dos proprietários das empresas e órgãos de fiscalização ambiental.

## 7.6.2 Peças desdobradas/almofadadas

**Tabela 30: Dados da empresa B para cálculo da relação rejeito x peças desdobradas/almofadadas (1ª medição)**

Tamanho das peças após o corte (m)	Quantidade de peças	Somatório das peças (m <sup>2</sup> )	Quantidade de peças após o desdobramento	Aproveitamento no desdobramento	Total de rejeitos (kg)	Total de rejeitos (m <sup>3</sup> )
0,15 x 0,30	74	3,33	127	72	52	0,0192

**Tabela 31: dados da empresa B para cálculo da relação rejeito x peças desdobradas/almofadadas (2ª medição)**

Tamanho das peças após o corte (m)	Quantidade de peças	Somatório das peças (m <sup>2</sup> )	Quantidade de peças após o desdobramento	Aproveitamento no desdobramento	Total de rejeitos (kg)	Total de rejeitos (m <sup>3</sup> )
0,15 x 0,30	22	1,0	44	100	14	0,0051

**Tabela 32: dados da empresa B para cálculo da relação rejeito x peças desdobradas/almofadadas (3ª medição)**

Tamanho das peças após o corte (m)	Quantidade de peças	Somatório das peças (m <sup>2</sup> )	Quantidade de peças após o desdobramento	Aproveitamento no desdobramento	Total de rejeitos (kg)	Total de rejeitos (m <sup>3</sup> )
0,10 x 0,20	50	1,0	91	82	16,7	0,006

**Tabela 33: dados da empresa B para cálculo da relação rejeito x peças desdobradas/almofadadas (4ª medição)**

Tamanho das peças após o corte (m)	Quantidade de peças	Somatório das peças (m <sup>2</sup> )	Quantidade de peças após o desdobramento	Aproveitamento no desdobramento	Total de rejeitos (kg)	Total de rejeitos (m <sup>3</sup> )
0,15 x 0,30	22	1,0	38	72	22	0,008

Conforme já referido no item 7.2 deste trabalho, após a serragem inicial dos lajões, as peças obtidas podem ainda passar por dois processos de tratamento, ambos realizados manualmente pelos operadores: o desdobramento e a almofadagem.

No primeiro caso, o processo consiste em se obter mais lajotas, o que pode ser viabilizado através de abertura na espessura da rocha, considerando-se a xistosidade típica e as características do quartzito (vide figura 38).

No segundo caso, o processo, feito com marretas e talhadeiras, consiste em o operador desbastar as bordas das lajotas, de modo que se produza um alto relevo no centro das peças, conferindo-lhes aspecto bastante rústico, razão pela qual são amplamente comercializadas para fins de revestimento externo e interno (vide figura 39).

Analisando-se as tabelas anteriores, todas relacionadas ao desdobramento/almofadagem, constata-se que, se por um lado esse processo faz ampliar largamente a produção, por outro, produz quantidade significativa de rejeito que vai se somar ao produzido durante a serragem, agravando as questões de transporte e disposição do material descartado.

Assim, ao se considerar o aumento da produtividade e o índice de aproveitamento após o processo de desdobramento/almofadagem, registrados nas tabelas 30 a 33, pôde-se construir a tabela 34, com uma síntese parcial dos dados:

**Tabela 34: Produtividade e aproveitamento após desdobramento/almofadagem do quartzito**

<b>Tamanho da peças após o corte (m)</b>	<b>Quantidade de peças</b>	<b>Quantidade de peças após desdobramento / almofadagem</b>	<b>Índice de aproveitamento no desdobramento / almofadagem (%)</b>
0,15 x 0,30	74	127	72
0,15 x 0,30	22	44	100
0,10 x 0,20	50	91	82
0,15 x 0,30	22	38	72
<b>Total</b>	168	300	81,5

Analisando-se os dados anteriores, confirma-se o alto índice de aproveitamento do material quartzítico que passou pelo processo de desdobramento/almofadagem, chegando-se à média de 81,5% após as quatro medições.

Se considerados separadamente os índices de cada medição, observa-se que há variações significativas que vão de 100% a 72%. Essas variações, conforme já comentado, devem-se a fatores técnicos, como a xistosidade e as características do quartzito e a espessura dos lajões transportados da mina, assim como, a fatores humanos, como a habilidade e a experiência dos operadores no manuseio das ferramentas.

Apesar dessas variações, porém, a prática de desdobramento/almofadagem das peças serradas representa enorme fator de produtividade para as empresas, merecendo maior atenção dos produtores.

Por outro lado, tomando-se as mesmas quatro tabelas (30 a 33), pôde-se construir a tabela 35, essa também com síntese parcial dos dados, mas agora com foco no índice de rejeito produzido com o desdobramento/almofadagem.

**Tabela 35: Índice de rejeito após desdobramento/almofadagem do quartzito**

<b>Tamanho das peças após o corte (m)</b>	<b>Quantidade de peças</b>	<b>Somatório das peças (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Total de rejeitos (kg)</b>	<b>Total de rejeitos (m<sup>3</sup>)</b>
0,15 x 0,30	74	3,33	52	0,0057
0,15 x 0,30	22	1,0	14	0,0051
0,10 x 0,20	50	1,0	16,7	0,006
0,15 x 0,30	22	1,0	22	0,008
<b>Total</b>	168	6,33	104,7	0,006

Observando-se a tabela 35, algumas constatações podem ser feitas:

- o processo de desdobramento/almofadagem faz aumentar o índice de rejeito gerado, agravando, portanto, os problemas relacionados a esse material descartado;

- há necessidade de acréscimo no índice de produtividade no processo de desdobramento/almofadagem;

- as variações nos índices de rejeito apresentadas na tabela não parecem ter relação com o tamanho das pedras desdobradas. As evidências apontam que as mesmas justificativas atribuídas às diferenças na produtividade podem ser atribuídas às variações nos índices de rejeito.

**Tabela 36: Bens produzidos X Rejeitos produzidos**

<b>Empresa</b>	<b>Produção diária em m<sup>2</sup></b>	<b>Rejeitos produzidos na serragem em m<sup>3</sup></b>	<b>Rejeitos produzidos no desdobramento/almofadagem em m<sup>3</sup></b>
Empresa A	182	11	1,1
Empresa B	156	7,8	0,9
Empresa E	52	1,5	0,3

### **7.7 Caracterização da água residuária da operação de serragem do quartzito e sua relação com a quantidade de bens produzidos.**

Para caracterização da água residuária oriunda da operação de serragem do quartzito foram utilizados apenas os parâmetros que medem as concentrações de sólidos presentes nas amostras, por serem esses os poluentes mais significativos daquela água residuária.

A tabela 37 apresenta o resultado das análises de sólidos realizadas com amostras de águas residuárias das operações citadas. Foram medidas as concentrações de: sólidos totais, sólidos suspensos, sólidos dissolvidos e sólidos sedimentáveis no Cone de Imhoff. Não foram medidas as parcelas de concentrações de sólidos fixos e voláteis porque as concentrações destes últimos podem ser consideradas desprezíveis, quando comparadas às dos sólidos fixos, pela natureza do processo de tratamento, ou seja, os sólidos voláteis (que representam a fração orgânica) seriam oriundos basicamente da água utilizada ou de alguma pequena quantidade de óleo das máquinas de serra. Foram coletadas amostras das empresas A, B e E e os ensaios foram realizados em triplicata nas amostras das empresas A e B e em duplicata na amostra da empresa E.

**Tabela 37: Resultados das análises de sólidos das amostras de águas residuárias das operações de serragem das rochas de quartzito.**

Análise	Empresa A			Empresa B			Empresa E	
	Ens. 1	Ens. 2	Ens. 3	Ens. 1	Ens. 2	Ens. 3	Ens. 1	Ens. 2
Sólidos totais (g/l)	27,5	27,2	25,1	21,0	22,2	21,9	8,1	10,2
Média	<b>26,6</b>			<b>21,7</b>			<b>9,15</b>	
Sólidos suspensos (g/l)	26,4	25,4	25,7	21,3	21,7	22,5	7,5	9,6
Sólidos dissolvidos (g/l)	0,2	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2	0,3	0,6
Sólidos sedimentáveis (ml/l)	<b>21,0</b>			<b>14,0</b>			<b>6,0</b>	

Analisando a tabela 37, verifica-se que os valores de sólidos sedimentáveis, estão bem superiores ao valor máximo permitido, que é de 1ml/L, valor expresso na Resolução nº 357 de 17 de março de 2005 do CONAMA, que estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes. Isto mostra, a necessidade do efluente, passar por tratamento de clarificação antes de ser descartado.

Considerando-se os valores médios de concentrações de sólidos totais das empresas, pode-se encontrar a quantidade média em peso de sólidos totais secos para cada m<sup>2</sup> de rocha serrada, utilizando-se do volume médio de água gasta para serrar 1m<sup>2</sup> de rocha. Assim:

$$\text{Empresa A: } 26,6 \text{ g/l} \times 322,5 \text{ l/m}^2 = 8.578,5 \text{ g/m}^2$$

$$\text{Empresa B: } 21,7 \text{ g/l} \times 265,7 \text{ l/m}^2 = 5.766,6 \text{ g/m}^2$$

$$\text{Empresa E: } 9,15 \text{ g/l} \times 461,3 \text{ l/m}^2 = 4.220,9 \text{ g/m}^2$$

Os resultados mostram que, em função do maior consumo de água por m<sup>2</sup> de rocha serrada apresentado pela Empresa E, as concentrações de sólidos totais também foram menores para essa Empresa. Tomando-se apenas as Empresas A e B pode-se afirmar que a operação de serragem da rocha de quartzito gera em média 7,12 kg de sólidos totais secos para cada m<sup>2</sup> de produto serrado. Outra observação que pode ser retirada dos resultados é de que, em média, 98,5% dos sólidos estão em suspensão, o que pode facilitar a sua separação por processos simples como a decantação da água em tanques apropriados.

Não foram realizados ensaios de sedimentabilidade dos sólidos, porém, durante as análises de sólidos sedimentáveis no Cone de Imoff, observou-se que a fração sedimentável chegou ao fundo do Cone de Imoff em poucos minutos, para um ensaio que demanda 1 hora.

As cargas de efluentes finos emitidas pelas empresas pesquisadas estão apresentadas na tabela 38.

**Tabela 38: Bens produzidos X Carga de sólidos totais**

<b>Empresa</b>	<b>Produção diária em m<sup>2</sup></b>	<b>Sólidos totais secos em kg/m<sup>2</sup></b>	<b>Carga de sólidos totais em kg/dia</b>
Empresa A	182	8,58	1.561,56
Empresa B	156	5,76	899,50
Empresa E	52	4,22	219,44

### **7.8 Impactos dos Rejeitos Finos (polpa) e Sólidos do Tratamento do Quartzito: efeitos deletérios e soluções mitigadoras**

Apesar de o estudo sobre os impactos ambientais, resultantes do tratamento das rochas quartzíticas, não estar incluído no objeto específico desta pesquisa, considera-se importante delinear alguns aspectos relevantes da questão em foco, sobretudo aqueles que atestam a possibilidade e a viabilidade de se implantarem medidas de redução desses impactos.

#### **7.8.1 Rejeitos finos e sólidos: efeitos poluentes**

O grande incremento da indústria do quartzito, a partir da década de 70, cujas instalações se alastraram pelas proximidades de Ouro Preto e da rodovia que liga esse município a Mariana, tem acelerado a degradação ambiental. De fato, a encosta inferior da serra de Ouro Preto, onde as empresas estão instaladas, tornou-se depósito natural dos rejeitos finos e sólidos, ocasionando impactos nos corpos d'água e no solo, devendo-se considerar ainda a poluição visual dessa área, com forte vocação para o turismo histórico e ecológico.

O rejeito fino, em forma de polpa, tem sido descartado nas encostas das áreas contíguas das empresas que serram o quartzito, e corre para o Ribeirão do Carmo,

ocasionando aumento da turbidez, assim como o assoreamento do curso d'água (figura 53).



**Figura 53 – Descarte do rejeito fino**

Fonte: Primária, maio de 2006

Os rejeitos sólidos (aparas dos cortes do quartzito) são depositados nas mesmas encostas, também em áreas próximas das empresas, sem nenhum planejamento ou técnica, provocando poluição visual intensa (inclusive às margens da ferrovia turística e histórica que liga Ouro Preto a Mariana), além de aumentar os riscos de escorregamento e os danos progressivos sobre a mata ciliar do Ribeirão do Carmo (figura 54).



**Figura 54 – Descarte dos rejeitos sólidos nas encostas às margens da ferrovia**

Fonte: Primária, julho de 2007

### **7.8.2 Soluções mitigadoras dos impactos do tratamento do quartzito**

Se, por um lado, tornou-se importante descrever os impactos da indústria do quartzito na região pesquisada, por outro, tornou-se essencial investigar se algumas soluções mitigadoras desses impactos já vêm sendo incorporadas nas políticas e práticas das empresas.

Nesse sentido, ficou constatado que, das nove instituições selecionadas, somente uma, a empresa A, conta com instalações, já em operação, com a finalidade específica de depositar os rejeitos sólidos e de retirar da água utilizada nas atividades do tratamento do quartzito o material poluente (polpa), assim como recuperar parte dessa água, retornando-a para o processo.

Além do trabalho de campo, através do qual foi possível conhecer “in loco” as instalações referidas, no Relatório de Impactos Ambientais (2006), encaminhado à Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM) pela empresa A, pôde-se encontrar relato detalhado do tratamento e reaproveitamento da água, assim como da disposição do rejeito sólido que, efetivamente, já estão sendo feitos.

Do documento citado, foram retiradas algumas informações, ilustradas por fotos colhidas diretamente pelo pesquisador: O sistema de disposição dos resíduos do tratamento de rochas quartzíticas é feito sob o regime de co-disposição, na forma de pilhas de aparas (rejeito sólido) e de tanques de decantação dos rejeitos finos.

Os resíduos sólidos são acumulados, por processo descendente, em pilhas adjacentes à área de processamento, aumentando, assim, a conformação da plataforma existente, utilizada como pátio para trabalho e estocagem (figuras 55 e 56).



**Figura 55 – Descarte dos rejeitos sólidos da empresa A**

Fonte: Primária, maio de 2007



**Figura 56 – Disposição dos rejeitos sólidos (aparas) na pilha de rejeitos da empresa A**

Fonte: Primária, maio de 2007

Ainda quanto aos resíduos sólidos, as empresas A e B têm doado à Prefeitura de Mariana boa parte desse material, tanto na forma de aparas para encascalhamento de estradas, quanto na forma de areia para fins de construção civil (figuras 57 e 58).



**Figura 57– Carregamento de areia doada à Prefeitura de Mariana pela empresa A**

**Fonte: Primária, maio de 2007**



**Figura 58 – Carregamento de aparas doadas à Prefeitura de Mariana pela empresa B**

**Fonte: Primária, maio de 2007**

No que se refere aos rejeitos finos, sob a forma de polpa, são encaminhados a tanques de decantação em seqüência, que propiciam a sedimentação dos materiais poluentes e a conseqüente liberação de água limpa à jusante da planta (figuras 59 e 60).



**Figura 59 – Tanque de decantação dos rejeitos finos da empresa A**

**Fonte: Primária, junho de 2007**



**Figura 60 – Tanque de retenção das águas finais da empresa A**

**Fonte: Primária, junho de 2007**

Completando esse sistema de tratamento dos resíduos, a empresa A, prevendo a necessidade futura de suprir uma nova demanda de água, optou por implantar um projeto complementar, dessa vez objetivando fazer retornar boa parte da água que chega à bacia de decantação ao circuito de tratamento da rocha. Para tanto, fez-se necessária a implantação de uma estrutura adicional, capaz de promover o armazenamento daquela água que escoar superficialmente no terreno, a partir da bacia de decantação (figura 59), viabilizando seu retorno ao processo, mediante bombeamento.

A empresa prevê a instalação, em período próximo, de filtros no processo de tratamento industrial. Estudos estão sendo realizados para a aquisição de um Filtro Prensa, fabricado na Itália (figura 61), que será implantado, com operação prevista para 2008, sendo toda a polpa expelida pela indústria tratada, com recuperação de 90% da água, promovendo, assim, uma grande recuperação da água industrial na própria planta e reduzindo as necessidades das demandas atuais da barragem de acumulação de água.



**Figura 61 – Filtro prensa**

**Fonte: Filtering System s.r.l. - Verona, Italy, 2006**

Finalmente, importa destacar, como medida mitigadora dos impactos ambientais da indústria do quartzito, o trabalho de recomposição da vegetação primitiva das áreas lavradas, através da sementeira de gramíneas e do reflorestamento com espécies antes existentes. Essa prática, citada por alguns empresários, tem ocorrido de forma mais sistemática na empresa A (figura 62).



**Figura 62 – Gramíneas e árvores para recuperação da mata ciliar do Córrego Seco**

**Fonte: Primária, junho de 2007**

## 8. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

---

Finalizada esta pesquisa sobre a *Caracterização Sócio-Econômica e Ambiental da Atividade do Tratamento de Quartzito na Região de Ouro Preto*, foi possível avançar, através da aplicação de métodos científicos, no conhecimento mais aprofundado e cientificamente comprovado de importantes questões relacionadas ao tema e traduzidas nos objetivos gerais e específicos deste estudo. Importa lembrar, entretanto, que nenhum tópico do trabalho pode ser considerado esgotado, nem todas as questões referentes ao tema abordadas.

De tudo que se pesquisou, algumas conclusões podem ser apontadas, e também tomadas como pontos de partidas para novos estudos. Essas mesmas conclusões autorizam o pesquisador a apresentar sugestões que, eventualmente, possam interessar a estudiosos, ambientalistas, empresários e políticos ligados ao tratamento das rochas quartzíticas no município de Ouro Preto.

Com o resgate da história do quartzito na área pesquisada, constatou-se: a importância dessa rocha, tanto econômica quanto cultural, na constituição física e social da cidade de Ouro Preto; a evolução do uso desse material na construção civil; sua colocação cada vez maior nos mercados interno e externo.

A pesquisa sócio-econômica revelou a precariedade que prevalece na quase totalidade das empresas, tanto do ponto de vista tecnológico quanto organizacional. Ainda assim, os depoimentos dos empresários e empregados mostraram que as atividades de tratamento e comercialização do quartzito têm sido fontes de emprego e renda imprescindível para a população mais carente, têm gerado lucros para os empresários e têm ajudado a consolidar a vocação de Ouro Preto para a indústria mineradora.

Os dados sócio-econômicos ainda apontaram para a heterogeneidade que caracteriza as empresas, seja no valor do faturamento mensal, seja no volume da produção e comercialização, seja no emprego da força de trabalho efetiva e terceirizada. Somente nas empresas A e B notou-se preocupação com planejamento a longo prazo, investimento mais pesado na mecanização das atividades, inovações na linha de produtos, busca de novos mercados.

Apesar da heterogeneidade apontada, ao se descrever os produtos gerados com o tratamento do quartzito, bem como suas aplicações, comprovou-se que todas as empresas produzem uma gama variada de produtos altamente demandados pelo mercado local e nacional. Pode-se concluir, então, que essa atividade industrial tem sido viável mesmo com tecnologia rudimentar e mão-de-obra ainda pouco qualificada, demonstrando quão mais promissora poderá vir a ser em condições mais favoráveis.

Os estudos realizados, com foco especial no consumo e na alteração da qualidade da água utilizada no tratamento do quartzito, confirmaram dois fatos preocupantes: o elevado consumo desse recurso natural (320 litros, em média, para produzir 1m<sup>2</sup> de quartzito serrado) e a grande concentração de rejeitos finos (7,12 kg de sólidos totais secos para cada m<sup>2</sup> de produto serrado, sendo 98,5% em suspensão) na água utilizada no processo. Esses fatos tomaram maior gravidade quando se constatou o baixo índice de produtividade em relação ao consumo e poluição da água já indicados.

A pesquisa sobre os rejeitos sólidos, resultantes do tratamento do quartzito, e sua relação com a quantidade de bens produzidos conduziu a respostas também preocupantes: o aproveitamento do material que chega das minas, embora apresente variações entre as empresas, é percentualmente elevado (80 % em média), o rejeito depositado, para produzir 1m<sup>2</sup> é da ordem de 0,05 m<sup>3</sup>. Em outras palavras, a matéria prima trabalhada, em quase sua totalidade, resulta em produtos comercializáveis. O que se torna grave, do ponto de vista ambiental, é que os rejeitos sólidos, assumem um grande volume e têm sido acumulados, ao longo dos anos, nas encostas ou lançados nos cursos d'água, sem qualquer iniciativa, de curto ou longo prazo, para alterar esse quadro.

Os impactos desses rejeitos sobre o meio ambiente, ainda que notificados pelos órgãos de fiscalização ambiental, continuam a crescer à proporção que aumenta a produção das empresas, acarretando poluição visual de áreas turísticas, destruição da mata ciliar dos ribeirões, assoreamento dos cursos d'água, alteração da topografia nas áreas de extração e tratamento.

Algumas soluções viáveis, a curto e médio prazos, capazes de minorar os impactos sócio-econômicos e ambientais produzidos pelo tratamento e comercialização das rochas quartzíticas em Ouro Preto, seriam, dentre outras:

- disponibilização de área industrial adequada para instalação do conjunto das micro-empresas, reduzindo o custo fixo de cada uma, graças à formação de associação ou cooperativa de produtores, viabilizando obras de infra-estrutura, equipamentos, assistência tecnológica, meios de transporte e políticas de formação de preços compartilhadas pelo conjunto;

- pesquisas sobre novos usos e produtos do quartzito em parceria com profissionais da construção civil e da arquitetura, no nível nacional e internacional;

- busca permanente de novos mercados para colocação de produtos acabados, pois são esses que garantem valor agregado;

- ampliação do mercado de cubos e filetes e conseqüente aquisição de prensas para o aumento da produção, com reaproveitamento das aparas da serra;

- comercialização da areia e da brita que podem ser obtidas a partir do rejeito sólido (aparas do corte), fazendo crescer o faturamento e reduzir os danos ambientais;

- realização de estudos, testes de laboratórios e de campo para determinar a viabilidade técnico-econômica da utilização da areia de quartzito em fundições, fábricas de refratários, produção de vidros, abrasivos, desengraxantes;

- desenvolvimento de dispositivos de automação, a serem implantadas nos aspersores que resfriam e eliminam poeiras nas serras, de forma que a água, utilizada hoje em volume elevado, tivesse seu consumo bastante reduzido já que só fluiria quando as serras estivessem em atividade;

- implantação, junto à área industrial de concentração das empresas, de todo o sistema necessário ao tratamento e reaproveitamento da água essencial ao processo de tratamento do quartzito, com utilização, inclusive, de Filtros Prensa.

## BIBLIOGRAFIA

---

ALBUQUERQUE, G.A.S. Termo de referência social propõe ações para o desenvolvimento do setor. *Revista Rochas de Qualidade*, São Paulo, n. 153, p. 133–142 jul./ago. 2000.

ALENCAR, C.R.A., CAMASSIOS, A., CARVALHO, D. *Terminologia de lavra e beneficiamento de rochas ornamentais*. Fortaleza: Federação das Indústrias do Estado do Ceará, 1995.

ALKIMIM, F., MARSHAK, S. Transamazonian orogeny in southern São Francisco craton region Minas Gerais Brazil: evidence for Paleoproterozoic collision and collapse in the Quadrilátero Ferrífero. 90, p. 29-58, 1998.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE ROCHAS ORNAMENTAIS – ABIROCHAS. *Tendências do setor de rochas ornamentais nos mercados internos e externo*. São Paulo. nov. 2003.

---

*Rearticulação do Setor de Rochas Ornamentais*. São Paulo, fev. 2004.

---

*Consumo Interno, perfil de utilização e estrutura de comercialização das rochas ornamentais e de revestimento no Brasil*. São Paulo, mar. 2004

---

*Bases para o desenvolvimento do setor de rochas ornamentais*. SIMAGRAN – CE. Sindicato da Indústria de Mármore e Granitos do Estado do Ceará. set. 2006.

---

*Balanco das exportações e importações brasileiras de rochas ornamentais em 2006*. São Paulo, jan. 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 13030*: coletânea de normas de mineração e meio ambiente. Rio de Janeiro, 1993.

---

*NBR 12.766*: rochas para revestimento: determinação da massa específica aparente, porosidade aparente e absorção de água aparente. Rio de Janeiro, 1992.

---

*NBR 12768*: rochas para revestimento: análise petrográfica. Rio de Janeiro, 1992.

---

*NBR 6023*: informação e documentação: referências, elaboração. Rio de Janeiro, 2000.

\_\_\_\_\_. *NBR 10520: informação e documentação: apresentação de citações em documentos*. Rio de Janeiro, 2001.

\_\_\_\_\_. *NBR 14724: informação e documentação: trabalhos acadêmicos, apresentação*. Rio de Janeiro, 2001.

BARROS, M. Bahia busca maior competitividade. *Revista Rochas de Qualidade*, São Paulo, n. 159, p. 96-104, jul./ago. 2001.

BENEDETTI, V. Esculturas em pedra, agentes de degradação e seus mecanismos. *Revista Rochas de Qualidade*, São Paulo, n. 156, p. 56-59, jan./fev. 2001.

CARREGÃ, D.L., BALZAN, G. Propriedades dos maciços rochosos e algumas aplicações na engenharia civil. In: SILVA, L.A., QUADROS, E. F., GONÇALVES, H. H. S. *Desing and construction in mining, petroleum and civil engineering*. São Paulo: p. 81-87. 1998.

CARUSO, L. G, ANDO, M. H. Granitos ornamentais do Estado de São Paulo: panorama técnico-econômico. *Revista Rochas de Qualidade*, São Paulo, n. 123. p. 72-80, jul./ago. 1995.

CHIODI, C. F., KISTEMAN, D. C. Soluções tecnológicas para adequação ambiental da lavra da pedra São Tomé. *Revista Rochas de Qualidade*, São Paulo, n. 157, p. 70-81, mar./abr. 2001.

\_\_\_\_\_. Quadro setorial das rochas ornamentais e de revestimento. *Revista Rochas de Qualidade*, São Paulo, n. 147, p. 86-104, jul./ago. 1999.

\_\_\_\_\_. Adequação ambiental de lavra de quartzitos em São Tomé das Letras - MG. *Revista Rocha de Qualidade*, São Paulo, n. 153, p. 133-142, jul./ago. 2000.

\_\_\_\_\_. Aspectos técnicos e econômicos do setor brasileiro de rochas ornamentais. *Revista Rochas e Equipamentos*, Lisboa, n.3, p. 84-139, jul./ago./set.1998.

CHIODI, C. F. Situação brasileira do setor de rochas ornamentais. *Revista Rochas de Qualidade*, São Paulo, n. 158, p. 87-106, maio/jun. 2001.

COMPANHIA MINERADORA DE MINAS GERAIS. COMIG. *Diagnosis of the dimension stone sector of Minas Gerais*, Brasil. CD ROM 2002.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. CONAMA. *Resolução nº 357, Das condições e padrões de lançamento de efluentes*, Brasília, p.19, mar.2005

COSTA, A. G., CAPELLO, M. S., PIMENTA, V. B Rochas ornamentais e de revestimento de Minas Gerais: principais ocorrências, caracterização e ampliações na indústria da construção civil. *Revista de Geociências Geonomos*, Belo Horizonte, v. 8, n. 1 e 2, p. 9-13, 2000.

COSTA, Jussara Ismênia. *Caracterização mineralógica e tecnológica de uma jazida de serpentinito como rocha ornamental*. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2002.

CURI, A., CARMO, F. A. R., LIMA, J. G., SILVA, J., CAPUCHO, R. *Waste disposal of dimension stones in the Lagoa Santa EPA*. Proceedings of the tailings and Mine Waste, 2001.

CURI, A. O fechamento de pequenas minas na área de proteção ambiental de Lagoa Santa. In: BÔAS, Roberto C. Villas, BARRETO, Maria Laura. *Cierre de Minas: experiências em iberoamerica*. 2 ed. Rio de Janeiro: CYTED/IMAAC/UNIDO, p. 499-511. 2000.

\_\_\_\_\_. *Avaliação da mineração de quartzitos em Ouro Preto*. 10º Congresso Brasileiro de Geologia e Engenharia Ambiental, 2002.

DANA, L. D. *Manual de mineralogia*. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e científicos, p. 643, 1978.

DECHAMPS, E. et al. *Controle ambiental na mineração de quartzito pedra São Tomé, projeto Minas Ambiente*, 2002.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL. *Sumário Mineral*. Ministério de Minas e Energia, Brasília. 1991 a 1999. 2000.

DORR, J.V.N. Supergene iron ores of Minas Gerais, Brazil. *Econ. Geology*, 59: p. 1203-1240, 1964.

FLAIN, E. P., FRAZÃO, E. B., GAMA, H. B. Registro de manifestações patológicas em revestimentos com rochas em Salvador. *Revista Rochas de Qualidade*, São Paulo, n. 152, p. 82-92, maio/jun. 2000.

FLAIN, E. P., Recomendações para revestimentos de fachadas de rochas ornamentais. *Revista Rochas de Qualidade*, São Paulo, n. 132, p. 76-92, mar./abr. 1997.

FLUX GEO. Flux geo millennium 2000, Cd Rom

FRAZÃO, E.B. PARAGUASSU, A. B. Materiais rochosos para construção. In: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE GEOLOGIA. *Geologia de engenharia*. São Paulo: ABGE, p. 331-342. 1998.

FRAZÃO, E. B., FARJALLAT, J. G. S. Seleção de pedras para revestimentos e prioridades requeridas. *Revista Rochas de Qualidade*, São Paulo, n. 124, p. 80-93, set/out. 1995.

GOMES, Romero César. Relatório de auditoria técnica de segurança das barragens de contenção de água e rejeitos finos da Empresa Quartzito do Brasil Ltda. *Departamento de Engenharia Civil da UFOP*. Ouro Preto, fev. 2006.

HYDMAN, D. W. *Petrology of igneous and metamorphic rocks*. New York: McGraw, Hill. 1972.

HUESTON, F. M. Programa de manutenção para pisos de mármore e rochas. *Revista Rochas de Qualidade*, São Paulo, n. 142, p. 124-128, set./out. 1998.

LUPATINI JR., E. Brasil deve buscar fatias mais significativas em outros mercados. *Revista Rochas de Qualidade*, São Paulo, n. 158, p. 25-36, maio/jun. 2001.

MATTA P. M. *Indústria de rochas ornamentais: rejeito x produção limpa*. Salvador: DNPM, 2003.

MOREIRA, M. D. *Aplicações dos minerais e rochas industriais*. Salvador: Sociedade Brasileira de Geologia, p. 87. 1994.

MOYA, M. M. *A indústria de rochas ornamentais: estudo de caso na região de Bragança Paulista*. p. 3.4. Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual de Campinas. 1995.

NASCIMENTO, J. A. S. *Projeto banco de informações documentais sobre pequena mineração e mineração artesanal*. Rio de Janeiro: CETEM, 2000.

PERSON, L. V. *Rocks and rocks minerals*. Revised by Adolph Knopf. Jho Wiley & Sons, New York – London. 3 ed. 1946

RCA, PCA. *Pedreira um Ltda.*: relatório e plano de controle ambiental, julho. 1994.

ROCHA, D. A história de um pioneiro que descobriu o mármore branco de Mar de Espanha. *Revista Rochas de Qualidade*, São Paulo, n. 78, p. 7-12, abr./maio. 1984.

SAD J. H., CHIDI, C. F., KISTERMANN, D. C. A província de ardósia de Minas Gerais. *Revista Rochas de Qualidade*, São Paulo, n. 151, p. 68-95, mar./abr. 2000.

SCTDE - Secretaria da Ciência, Tecnologia e Desenvolvimento Econômico do Estado de São Paulo. *Dimension stones of the state of São Paulo*. 2000. Cd Rom.

SILVA, B. C. E. Granitos e mármore do estado da Bahia. In: SCHOBENHAUS, C. *Principais depósitos minerais do Brasil*. Brasília: editora, p., 1990.

SOARES, R. Rochas chinesas conquistam mercado. *Revista Rochas de Qualidade*, São Paulo, n. 151, p. 132-133, mar./abr. 2000.

TANEJA, A., CASTRO, E. Sector retrospective: producers and consumers countries of ornamental stones. *Revista Rochas de Qualidade*, São Paulo, n. 158, p. 129-177, maio/jun. 2001.

TRAVAGLIA, A. A força do granito no Espírito Santo. *Revista Mármore e Granitos*, São Paulo, n.41, p. 24-28, jun./ago. 2001.

VILLELA, C.M. Artes e ofícios. *A cantaria mineira*. 2003

### **CATÁLOGOS CONSULTADOS**

MAXI-CUT ferramentas diamantadas Ltda.

Caldeiraria Técnica Brasileira Ltda.

Torneamento São José ind. & com. Ltda.

Royal Mármore e Granitos (s. d.)

O legítimo quartzito Ouro Preto - Quartzito do Brasil

QTZ quartzito

### **SITES CONSULTADOS**

Associação Brasileira da Indústria de Rochas Ornamentais - ABIROCHAS –

<http://www.abirochas.com.br>

QTZ quartzito do Brasil – <http://www.quartzito.com.br>

MAXI-CUT ferramentas diamantadas Ltda. - <http://www.maxcut.com.br>

Ferramentas Supremo H. FG. Comércio Ltda.

<http://www.ferramentassupremo.com.br>

Mármore e Granitos Royal - <http://www.royalonline.com.br>

Arte Pedras - [http://www.artepedras.hpg.ig.com.br/page\\_02.html](http://www.artepedras.hpg.ig.com.br/page_02.html)

Motoki - [http://www.motoki.hpg.ig.com.br/ltu2/ltu2\\_5.html](http://www.motoki.hpg.ig.com.br/ltu2/ltu2_5.html)

Caldeiraria Técnica Brasileira Ltda- <http://www.ctbmq.uaivip.com.br>

## **ANEXOS**

**ANEXO 01**

**ROTEIRO DE ENTREVISTA**

## **Roteiro de entrevista**

### 1) Identificação do entrevistado

Nome:

End:

Profissão:

Atuação:

Data da entrevista:

2) Quando você iniciou as atividades na área de exploração do quartzito em Ouro Preto?

3) O que o levou a essa atividade?

4) Em que local/locais você atuou nessa atividade?

5) Como funcionavam a lavra e o beneficiamento do quartzito na fase inicial?

6) Que alterações se deram nessas atividades (lavra e beneficiamento) ao longo do tempo?

7) Que produtos eram gerados?

8) Em que se utilizavam os produtos gerados na fase inicial? E posteriormente?

9) Quem eram os principais usuários (consumidores) naquela época?

10) Seria possível fornecer uma estimativa dos custos, da produção e do faturamento?

11) Quantos e quais eram os concorrentes na produção do quartzito?

12) Quem e quantos eram os trabalhadores que atuavam na área e quais eram as

condições de trabalho? Como era a relação trabalhista?

13) Como eram dispostos os rejeitos e qual era o volume?

14) Como utilizavam a água no processo e para quê?

15) Na época, já havia preocupação e medidas práticas concretas de preservação ambiental (principalmente com os recursos hídricos)?

**ANEXO 02**

**QUESTIONÁRIO APLICADO ÀS EMPRESAS**



## **Levantamento dos custos**

Número de funcionários diretos:

Indiretos:

Volume do material recebido mensalmente:

Origem do material (quartzito):

Tipos de produtos padrão (dimensões):

Volume do material tratado:

Sazonalidade:

Geração de recursos (faturamento):

Custos com Pessoal:

Energia:

Ferramentas:

Equipamentos:

Outros:

## **Ficha Técnica dos produtos**

Descrição dos produtos padrão:

Quantidade de produto por tipo:

Nível de tecnologia empregada:

Características do rejeito:

Disposição do rejeito:

Quantidade de rejeito gerado:

## **Características referentes ao consumo da água**

Quantidade de água utilizada por dia:

Qualificação do consumo por dia:

Origem da água:

Reaproveitamento:

Destino final da água após uso no tratamento do quartzito:

Observações:

# Livros Grátis

( <http://www.livrosgratis.com.br> )

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)  
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)  
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)  
[Baixar livros de Matemática](#)  
[Baixar livros de Medicina](#)  
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)  
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)  
[Baixar livros de Meteorologia](#)  
[Baixar Monografias e TCC](#)  
[Baixar livros Multidisciplinar](#)  
[Baixar livros de Música](#)  
[Baixar livros de Psicologia](#)  
[Baixar livros de Química](#)  
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)  
[Baixar livros de Serviço Social](#)  
[Baixar livros de Sociologia](#)  
[Baixar livros de Teologia](#)  
[Baixar livros de Trabalho](#)  
[Baixar livros de Turismo](#)