

Elvis Martins de Oliveira

# IMPACTO AMBIENTAL NA EXPLORAÇÃO DE PEDREIRAS

CONTRIBUIÇÃO PARA UMA PRÁTICA SUSTENTÁVEL



FACULDADE DE CIÊNCIAS  
UNIVERSIDADE DO PORTO

Departamento de Geologia

Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

Porto Maio de 2006

**Elvis Martins de Oliveira**

**IMPACTO AMBIENTAL NA EXPLORAÇÃO DE PEDREIRAS**  
**CONTRIBUIÇÃO PARA UMA PRÁTICA SUSTENTÁVEL**

Dissertação apresentada no âmbito do Curso de Mestrado do Departamento de Geologia da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Geologia para o Ensino. Realizada sob a orientação da Professora Doutora Maria Ângela C. F. Almeida.

Porto  
Maio de 2006

Para os meus pais,  
Álvaro e Mariana.  
Na gratidão das  
melhores recordações e  
do apoio em tudo que alcancei.  
Pelos meus filhos,  
Júnior e Maurício,  
na ternura  
à tudo que mereçam alcançar.

## Agradecimentos

Aos meus pais, sobretudo, pelos apoios e custeios concedidos, sem os quais este trabalho não seria possível.

À minha orientadora

Professora Doutora Maria Ângela de Carvalho Fernandes Almeida pela disponibilidade, amabilidade, estímulo e incentivo sempre demonstrados para a realização deste trabalho.

À minha família, pela compreensão em sofrer meses de privação e convívio especialmente aos meus filhos e pais;

Ao meu amigo Vítor Silva, por todo apoio e solidariedade científica cujos trabalhos de revisão dos textos foram vitais

à melhor compreensão dos mesmos.

Aos professores que participaram da Comissão examinadora.

A todos os amigos, colegas de curso e familiares que de uma forma ou de outra me estimularam ou ajudaram-me e que possibilitaram a conclusão desta dissertação.

## Resumo

O presente trabalho procurou indicar métodos e práticas desenvolvidas para apoio e aprimoramento profissional dos técnicos que tratam da temática do impacto ambiental de pedreiras de granito industrial. Sua investigação expõe várias ferramentas e procedimentos de referência já conhecidos e bem usuais das empresas de extracção mais organizadas. Estes recursos servem ao auxílio dos encarregados de assuntos ambientais na sua ampla e envolvente ramificação de conteúdos.

O estudo mostrou como os novos conceitos estratégicos mineiros alteraram o rumo da produção ao encontro da produtividade ambiental. Estas mudanças de conceitos forçaram a verdadeiras rupturas de velhos paradigmas frente ao posicionamento tradicional e ultrapassado das velhas práticas na ideia errada de extrair ilimitadamente os recursos minerais, sendo hoje assumidamente reconhecida como insustentável para as futuras gerações.

Seu conteúdo poderá contribuir para o preparo e formação contínua da força de trabalho da mineração, associado a uma base criadora de mais-valia, no surgimento de sua responsabilidade sócio-ambiental. O granito foi estudado sob uma óptica geradora de recursos como um bem mineral que suporta claramente estas mudanças devido ao seu vigoroso e exponencial mercado mundial.

O elemento de trabalho para intervenção positiva foi a própria alteração do modo de agir no sector produtivo através da disseminação de boas práticas ambientais. Esta nova concepção surge de modo bem distinto ao que antes sucedia. Agora, pelo contrário, a prática não é determinada ou imposta, sob o crivo impositivo da tutela administrativa do Estado, passando a ser vista como uma meta a ser atingida, dentro dos objectivos maiores da gestão total da empresa. Estes objectivos assumem uma natureza de adopção voluntária e muito mais lucrativa na concepção do desenvolvimento sustentável, no alcance da eco-eficiência e na procura do eco-negócio.

A acção de formação foi concebida para influir como um elemento vital à conscientização ambiental e promover a reversão de processos tidos como crónicos ou críticos, a exemplo daqueles que geram impactos e modificações ambientais adversas na obstrução dos caminhos da pretendida sustentabilidade mineira. São especificadas e estudadas as normas orientadoras que se tornam cada vez mais correntes. A acção de formação indica várias formas de sintetizar e apoiar um diagnóstico integrado, inter disciplinar e abrangente das matrizes de análise ambiental.

Acreditar nesta nova concepção de trabalho é apostar que a ética dos técnicos resulte como um benefício profissional ao ser reconhecido como um atributo de valor da assumida responsabilidade sócio-ambiental da mineração de granito industrial e dos seus efeitos.

## **Abstract**

The present study has aimed the indication of methods and practices developed to support professional improvement of the technicians involved with the environmental impact in industrial granite quarries. The research displays some tools and reference proceedings already known and usual in the organized companies of exploitation. These resources serve to aid the people in charge of environmental subjects, in their wide and involving branching of contents.

The study has shown at what extend the mining strategic concepts have modified the route of production to attain the environment productivity. These changes of concepts have forced true ruptures of old paradigms towards a traditional positioning of old practices by the wrong idea of the mineral extraction without limits, a procedure that is nowadays recognized as unsustainable for the future generations.

The content of this study reveals the preparation and continuous training of the work force being the greatest contribution associated with a creative basis of more-value, in the sprouting of the environmental responsibility of the mining. The granite has been regarded as the source that produces natural resources as a mineral commodity that clearly supports these changes due to its vigorous and exponential world-wide market.

The instrument of work for positive intervention was the proper adjustment of the practices to the productive sector through the dissemination of the new conception of good environment practices. This new concept was created in a distinct way from the in past. Today, in contrast, the practices is not determined or imposed, under the imposing State administrative guardianship. On the contrary, they are seen as a goal to be reached, inside the total management of the company and, therefore, they assume a nature of voluntary adoption and much more lucrative in the conception of the sustainable development, towards the Eco-Efficiency in search of an Eco-Business.

The training has been conceived to be induced as a vital element in the environmental wareness and promote the reversion of chronics or critical processes, such as those that generate environmental impacts and adverse modifications, blocking the desirable ways that lead to mining sustainability. Several stages of this study specify the normatives orientations that are becoming more and more common. The Eco-Efficiency Learning Modules indicate some forms to synthesize and to support an integrated, inter discipline and broad diagnosis of the matrices of environmental analysis.

To adopt this new work conception is to believe that the technician's ethics it results as a professional benefit recognized as a value attribute from the assumed by the social-environmental responsibility of the industrial granite mining and the respective effects.

## Lista de Tabelas e Quadros

<b>Tabela I.1</b> – Os velhos paradigmas <i>versus</i> o ambientalmente correcto	<b>5</b>
<b>Tabela I.2</b> – Esquema comparativo entre as etapas do Método Científico e o desenvolvimento prático adoptado	<b>8</b>
<b>Tabela 1.1</b> – Rochas ígneas suas composições relacionadas pelo percentual do mineral, arranjo textural, composição mineral, índice de cor, teor em Sílica, % de FeO + MgO e % (K <sub>2</sub> O + Na <sub>2</sub> O) e cor aparente	<b>11</b>
<b>Tabela 1.2</b> – Relação composicional com as diferentes texturas ígneas	<b>12</b>
<b>Tabela I.3</b> – Distinção elementar da tipologia de magmas	<b>21</b>
<b>Quadro 1.3</b> – Principais origens geológicas das rochas ornamentais	<b>23</b>
<b>Quadro 1.4</b> – Panorama sócio-económico da indústria extractiva de rochas ornamentais na Europa	<b>23</b>
<b>Quadro 1.5</b> – Tabela que relaciona grupos de rochas ígneas com seus intervalos percentuais de plagioclase	<b>24</b>
<b>Quadro 1.6</b> – Mostra comparativa e sintética das diversas publicações que abordam o tema estudado	<b>27</b>
<b>Quadro 3.1</b> – Algumas das primeiras abordagens da geologia ambiental, até fins do século passado	<b>57</b>
<b>Quadro 3.2</b> – Preocupação sobre o exercício profissional do geólogo que actua na Geologia aplicada à área ambiental, suas funções e objectivos	<b>59</b>
<b>Tabela 4.1</b> – Enumeração dos princípios de AIA pela IAIA	<b>73</b>
<b>Quadro 4.1</b> – Situação específica para enquadramento das massas minerais passíveis de exploração que necessitam de apresentar AIA	<b>75</b>
<b>Tabela 4.2</b> – Valor da importância dos parâmetros ambientais numa pedreira	<b>83</b>
<b>Tabela 4.3</b> – Parâmetros de impacto ambiental numa área de mineração em Makrana, Índia (sem medidas mitigadoras)	<b>84</b>
<b>Tabela 4.4</b> – Síntese de estudo proposto sob forma de matriz de Análise Ambiental na área de interferência de uma pedreira	<b>86</b>
<b>Tabela 5.1</b> – A chave de sucesso da recuperação ambiental pela via dos seus princípios básicos, adaptado e modificado	<b>91</b>
<b>Quadro 5.1</b> – Motivos maiores para a normalização ambiental	<b>106</b>

## **Lista de Figuras, Gráficos e Fotos**

<b>Figura I.1</b> – Modelo de formulação de problemas	<b>6</b>
<b>Figura 1.1</b> – A Série de reacções de Bowen	<b>10</b>
<b>Figura 1.2</b> – A representação das rochas ígneas no diagrama de STRECKEISEN	<b>18</b>
<b>Figura 1.3</b> – O termo granito suas variantes, de acordo com diferentes pontos de vista	<b>22</b>
<b>Gráfico 2.1</b> – Distribuição percentual no uso da pedra natural	<b>30</b>
<b>Figura 2.1</b> – Esquema ilustrativo do desmonte em flanco de encosta	<b>34</b>
<b>Figura 2.2</b> – Esquema ilustrativo do desmonte em corta	<b>35</b>
<b>Figura 2.3</b> – Ilustração de uma pedreira de rocha ornamental	<b>36</b>
<b>Figura 2.4 e Foto 2.1</b> – Ilustração com detalha a posição de uma ‘cama’ para amortecimento das fatias primárias do derrube, retratado no seu exacto momento	<b>37</b>
<b>Gráfico 2.2</b> – Notória participação das pequenas empresas no sector de rochas ornamentais	<b>39</b>
<b>Gráfico 2.3</b> – Evolução da produção mundial de rochas ornamentais no período entre 1926 e 1999, por tipo de rocha	<b>40</b>
<b>Figura 2.5</b> – Intercâmbio mundial de rochas ornamentais, em 2000	<b>41</b>
<b>Gráfico 2.4</b> – Desempenho no mercado de rochas ornamentais elaboradas a nível mundial (% em peso), em 2000	<b>42</b>
<b>Gráfico 2.5</b> – Percentual por valor total das rochas ornamentais, exportação entre 1994 e 1999	<b>43</b>
<b>Gráfico 2.6</b> – Evolução da exportação de pedra ornamental natural portuguesa conforme os tipos de produtos, comparação entre os anos 1986, 1996 e 1999	<b>44</b>
<b>Gráfico 2.7</b> – Valores de participação mundial dos países com produção maior que 1.000.000 de toneladas	<b>45</b>
<b>Gráfico 2.8</b> – Produtores secundários (7º ao 12º) de rochas ornamentais e seus grupos congéneres em 2004	<b>46</b>
<b>Gráfico 2.9</b> – Países importadores, entre 2002 e 2004	<b>47</b>
<b>Gráfico 2.10</b> – Participação percentual dos principais países consumidores	<b>48</b>
<b>Figura 3.1</b> – Um amplo espectro de ramificações científicas que dá suporte aos estudos ambientais	<b>51</b>

<b>Figura 3.2</b> – Representação gráfica da trilogia de enfoque para abordar e cercar um estudo de impacto ambiental	<b>52</b>
<b>Figura 3.3</b> – Sequência de eventos históricos que marcaram e alteraram os rumos sócio-políticos pelo mundo	<b>54</b>
<b>Figura 3.4</b> – Enfoque técnico-científico integrado dos problemas do meio ambiente de componente geológica	<b>56</b>
<b>Figura 3.5</b> – Ilustração esquemática e interpretativa de disciplinas fundamentais da Geologia Ambiental	<b>58</b>
<b>Figura 3.6</b> – Componentes do Sistema Terra	<b>60</b>
<b>Gráfico 3.7</b> – A formação de rochas a partir de sedimentos <i>retrabalhados</i> em meio aquoso	<b>63</b>
<b>Foto 3.1</b> – Alto percentual de resíduos provenientes do desmonte de rochas	<b>65</b>
<b>Figura 3.8</b> – Produção residual no ciclo de produção de uma indústria mineral de rochas ornamentais	<b>66</b>
<b>Figura 3.9</b> – Cadeia produtiva principal do sector de rochas ornamentais	<b>67</b>
<b>Figura 4.1</b> – Esquematização das zonas de uma pedreira de rocha ornamental	<b>78</b>
<b>Foto 4.1</b> – Detalhe do transporte de bloco já individualizado por via não pavimentada no interior de pedreira	<b>79</b>
<b>Foto 4.2</b> – Típica pedreira com método de extracção tradicional de rocha ornamental. A fatia primária é desprendida com uso de explosivos e depois trabalhada para individualização dos blocos	<b>79</b>
<b>Figura 5.1</b> – Construção de bacias de lamas para decantação do material carregado pelas águas superficiais	<b>96</b>
<b>Figura 6.1</b> – A relação entre uso de Recursos Minerais X Poluição X Economia X Qualidade de Vida	<b>102</b>
<b>Figura 6.2</b> – As normas da série ambiental: a ISO 14000	<b>104</b>
<b>Figura 6.3</b> – Quadro simplificado da família de normas ISO 14000	<b>105</b>
<b>Figura 6.4</b> – Factores a serem considerados na avaliação de um depósito de rocha ornamental	<b>107</b>
<b>Figura 6.5</b> – Questionamento e integração dinâmica de um SGA	<b>108</b>
<b>Figura 6.6</b> – O objecto de estudo nos diversos níveis hierárquicos de actuação e pesquisa. As esferas das redes de investigação	<b>110</b>

<b>Figura 6.7</b> – PDCA proposto para resolução de problemas crónicos ou críticos na implantação de um SGA	<b>113</b>
<b>Figura 7.1</b> – O planeamento de uma acção de formação	<b>116</b>
<b>Figura 7.2</b> – Estágios necessários para o correcto desenvolvimento de um SGA	<b>118</b>
<b>Figura 7.3</b> – Esquema de acção formadora adaptada na fundamentação do EPP	<b>122</b>
<b>Figura 8.1</b> – Limitações e constrangimentos ao desenvolvimento da pesquisa de investigação	<b>124</b>
<b>Figura 8.2</b> – A deslocação do ponto de estudo entre os diversos níveis hierárquicos de actuação e pesquisa. As redes de investigação formam outras integrações de apoio e fomento	<b>126</b>

### Lista de Siglas e abreviaturas

SIGLAS/ ABREVIATURAS	SIGNIFICADO
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AIA	Avaliação de Impacto Ambiental
BS 7750	<i>Specification for Environmental Management Systems</i> (Norma Britânica de Especificação para Sistemas de Gestão Ambiental)
<i>cf.</i>	Confronte
<i>dB</i>	Decibéis (medida da pressão sonora)
DL	Decreto-Lei
EIA	Estudo de Impacto Ambiental
EPP	Ensino por Pesquisa
EN	Norma europeia
FOB	Valor da cotação do bem mineral junto à extracção ( <i>boca-da-mina</i> ).
IAIA	Associação Internacional de Avaliação de Impactes, do acrónimo em inglês ( <i>International Association for Impact Assessment</i> )
IGM	Instituto Geológico e Mineiro (Portugal)
IGME	Instituto Geológico e Mineiro de Espanha
IMM	Internazionale Marmi e Macchine SpA
ISO	Organização Internacional de Normalização ( <i>International Standard Organization</i> )
NBR	Norma Brasileira de Referência
NP	Norma Portuguesa
PDCA	Ciclo PDCA (Planear, fazer, verificar e auditar. Do acrónimo em inglês- <i>Plan, Do, Check, Act</i> ) constitui um método para a prática do controlo de processos
RIO-92	Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento
SGA	Sistema de Gestão Ambiental
TAC	Termo de Ajustamento de Conduta
WBSCD	Comissão Mundial para o Desenvolvimento Sustentável (World Business Council for Sustainable Development)

## Introdução

Em toda a história do Homem as dificuldades alheias à sua vontade marcaram etapas de vitórias e talharam grandes conquistas sobre as adversidades impostas nomeadamente as advindas da natureza e que obrigaram as mais difíceis mutações. A actualidade enfrenta novos desafios, surge uma nova era e traz consigo mudanças tão radicais como as mais importantes que se deram na história. Na superação das crises e no domínio destas adversidades destacaram-se os povos mais *resilientes* a estas dificuldades.

Ao contrário das situações anteriores os desafios actuais confrontam efeitos indesejáveis de um desenvolvimento, que expõe um ambiente marcado pelo próprio homem e, surpreendentemente, pouco acolhedor. Neste contexto é que afloram ideias e surgem debates sobre os novos rumos da civilização e do seu desenvolvimento.

Conceitos como: meio ambiente, desenvolvimento, eco-eficiência, *eco-business...* e outros recentes da era pós-industrial, despontam numa imperiosa necessidade de evoluir no sentido de uma abordagem em que a qualidade de vida seja coadjuvante e nunca adversária, operante da sustentabilidade entre gerações.

Da investigação recente, no âmbito dos estudos destes temas, é que emergem os novos paradigmas sobre as acções e discursos ultrapassados de outrora. Autênticas quebras de paradigma (**Tabela I.1**) claramente na concepção evolucionista das sociedades globais atingiram, num sério questionamento sobre o próprio bem-estar da espécie humana em nosso planeta.

Diante disso é que, em várias frentes, choques e mudanças inverteram a máquina de produção da indústria extractiva mineral, numa inflexão em que se dá prioridade ao **vector qualidade** do ambiente, ao desnortear o **vector quantidade** de produção desta conjectura actual. O falso dilema entre preservação *versus* desenvolvimento é superado por acções e práticas que introduzem uma verdadeira ruptura, epistemológica e paradigmática, na relação do homem com os recursos minerais, pela actuação pragmática numa ética tecnicista ponderada.

Concepções conflituosas		
Os velhos paradigmas		Os paradigmas emergentes
A responsabilidade ambiental corrói a competitividade	X	A estratégia empresarial gera novas oportunidades de negócios
A Gestão ambiental é coisa apenas para grandes empresas	X	A pequena empresa é até mais flexível para introduzir programas ambientais
O movimento ambientalista age completamente fora da realidade	X	As ONG'S consolidam-se tecnicamente e participam da maioria das comissões de Certificação Ambiental
A função ambiental na empresa é exclusiva do sector de produção	X	A função ambiental está em diversos sectores da empresa

**Tabela I.1** Os velhos paradigmas *versus* o ambientalmente correcto, GAZETA MECANTIL (1996, *In* MEYER, 2000).

Acreditar que depois de atingir os profissionais que envolvem-se como agentes transformadores produtivos, nos níveis técnicos superiores de decisão na indústria extractiva das rochas ornamentais, é fazer crer que estes possam servir como multiplicadores de boas-práticas pelos seus sectores. Através da tomada de consciência dos impactos da mineração a céu aberto as unidades produtivas podem ser levadas a alcançar uma sequência, salutar e desejável, de medidas mitigadoras e atenuantes dos efeitos reconhecidamente nocivos das lavras ambiciosas (na concepção de MAGNO, 2001), e insustentáveis sob a égide das gerações vindouras.

Agendar objectivos e metas é planear o negócio mineiro com vistas a perpassar paulatinamente as fases de conformidade: **legal e normativa** rumo à chamada eco-eficiência inserida num econeócio competitivo e rentável. Saber gerir cada frente de extracção nos moldes normativos da produtividade é reconhecer um ganho social (reflectido consequentemente na finalidade comercial) inserido e adaptado aos padrões que surgem para um consumo ambientalmente responsável.

## Estrutura dos Capítulos

O objectivo principal desta dissertação é a investigação de alguns elementos contributivos ao desempenho profissional dos que trabalham em projectos e actividades mineiras comprometidas na melhoria do ambiente. Foi intencionada uma acção de formação que resultasse em mudanças de atitude e proporcionasse o desenvolvimento de boas práticas em unidades produtivas.

No capítulo 1 são feitas referências breves no respeitante ao tema estudado. Numa forma panorâmica levanta um amplo apanhado do assunto para introduzi-lo em sua fundamentação teórica. Entre diversas possibilidades de recursos minerais que se colocam à disposição para a aplicação deste estudo dispensou-se uma atenção mais em particular ao granito por ser das rochas mais intensamente exploradas no nosso País, como material de construção e como rocha ornamental. Na intenção de delimitar algumas características do bem mineral, foram desenvolvidas breves descrições das classificações e formas de reconhecer o **granito**, ora como é visto comercialmente, ora como deve ser classificado e estudado pela petrologia.

O capítulo 2 valoriza o granito como **bem mineral**. Retrata suas linhas num impacte positivo na matriz de análise de viabilidade dos projectos de prospecção mineira. Aqui, o texto aponta como o granito é intercambiado no mercado mundial, justifica a mais valia do desempenho de trabalhos de avaliação de impactos rumo à conformidade normativa que soma qualidade. Expõe a realidade deste bem mineral ante um vertiginoso crescimento de uma pujante e vigorosa indústria, com uma constante evolução, conforme afirmam a compilação dos estudos de SOBREIRO & VIEIRA (2001).

Para o capítulo 3 foi mostrado como o tema **ambiente** pode ser tratado de uma forma tão variada e estruturada a partir duma panorâmica holística desenhada por O'RIORDAN (1995), dentro de uma abordagem estratégica de ética sustentável e equilibrada, delineada por COSTA (1999) numa contextualização de prática institucional e consoante as considerações prescritas na conformidade legal estudada por ANTUNES (1998). Esta última pode ser vista como parte de um mecanismo regulamentador do tipo 'comando-e-controlo',

O capítulo 4 aborda como metodologias estruturadas se tornaram indispensáveis à implementação de uma análise avaliativa do quadro de impacto ambiental, nomeadamente a partir de ferramentas de apoio à Avaliação de Impacto Ambiental (**AIA**) modeladoras de um estudo multidisciplinar como proposto na matriz de LEOPOLD (1971). Esta deve ser a prática na qual uma pedreira de rocha ornamental se subordinasse. Instrumentos de qualificação e ponderação dos impactes apontam para uma validação técnica aos indicadores de acções mais correctas rumo a conformidade normativa (NP EN ISO 14001), no âmbito da melhoria contínua dos processos numa empresa de mineração. Nesta parte foram apontados os procedimentos de referência aos métodos de apresentação dos Estudos de Impacte Ambiental (**EIA**) numa indústria extractiva mineira.

O capítulo 5 apresenta uma série de medidas **mitigadoras** que podem agir sobre os processos de impacto. MENDES (2001) disserta de forma clara sobre quais terminologias apresentam-se como as mais apropriadas para cada estágio exploratório da lavra em diferentes processos em etapas de intervenção e beneficiação, aplicadas à reversão do processo de impacto ambiental.

O capítulo 6 adopta a normalização como uma valiosa contribuição para o trabalho profissional. Enumera uma série de normas estruturadas para consulta e apoio ao trabalho de elaboração e implementação de Sistemas de Gestão Ambiental (**SGA**). Os mecanismos apresentados mostram adequação às mudanças muito além do conceito de obedecer a regulamentação, mais ainda, seguir a recomendações e linhas gerais de adequação a normas voluntárias. Isto acrescentará em muito a valiosa contribuição do profissional aos assuntos ligados à gestão ambiental mineira.

O capítulo 7 delinea uma acção de formação que acrescenta os módulos de aprendizagem permanente necessários a uma **melhoria contínua** do desempenho profissional em nome da qualidade ambiental. Apresenta-se todo o planeamento para a mudança de comportamento frente aos novos paradigmas dos desafios da actualidade. Encara-se o ensino profissional de modo a creditar confiança ao seguimento activo da produção de rochas ornamentais às imperativas inversões nos eixos produtivos de uma sociedade global e mutante.

## Delimitação da pesquisa

Ao desenvolver uma dissertação expomos múltiplas variáveis, a ter em conta apenas as que dizem respeito à exposição do conteúdo assim como a forma pela qual estão relacionadas entre si tópicos expostos e encadeados numa relação harmónica e funcional estabelecida entre os capítulos. Deve ser também relacioná-las com os elementos gestores do processo de transformação da actividade produtiva. Estas variáveis, tidas em conta, permitem uma visão mais holística de processos sistémicos correlatos, conforme lido em CARVALHO (2002), que também podem ocorrer nas pedreiras e serem vistos na óptica do campo prático aplicado.

LOURO (2003) recorda que uma dissertação se pode apresentar com maior ou menor peso, dentro de uma perspectiva de contributo a oferecer na temática em que se desenrola. Caso aumente o conhecimento ou se revelem aspectos completamente novos nessa temática, a dissertação insere-se, então, num grupo de trabalhos inovadores que abrem caminhos a investigações futuras, desbravando as bases primárias para posteriores actividades na respectiva área de investigação.

Um trabalho de investigação insere-se numa espiral contínua, que nunca se esgota, porque, de facto, nunca se conclui. No seu término, se reiniciado, os dados recolhidos seriam outros e não necessariamente condutores às mesmas conclusões.

Assim, esta abordagem só pode concluir uma realidade temporal, localizada num contexto localmente restringido. Naturalmente que o pensamento dedutivo pode levar-nos às realidades de outras pedreiras em outros locais. LOURO (2003) ainda comenta: “num mesmo país (Portugal) onde as realidades de extracção mineira das regiões do interior tão pouco diferem de forma significativa”.

No que tange a indução intuitiva, em especial, decorrida frente às experiências próprias do autor deste presente trabalho junto a instituições ambientais camarárias, ‘*lado-a-lado*’ a outros profissionais de áreas correlatas e afins motivou-o a afirmar que mesmo dentro da esfera de influência pessoal e cultural, de cada profissional como indivíduo, de sua opinião própria fundamentada sobre suas percepções próprias e interpretativas de fenómenos naturais, deu margem para gerar fortes suspeitas e pressentimentos de que os profissionais das Geociências deixavam transparecer uma nítida dificuldade no trato de questões ligadas à aplicação das ciências geológicas dentro do dia-a-dia de trabalho profissional aplicado ao

meio ambiente. Esta suspeição, de carácter indutivo, sustenta a proposição e defesa de hipóteses que fundamentam a necessidade propositiva da acção de formação, a ‘grande mais-valia’ deste trabalho.

Estas dificuldades, provavelmente poderiam estar acrescidas daquelas advindas dos complexos mecanismos de adaptação profissional face às novas regulamentações e directrizes legais impostas à sociedade moderna, em especial num sistema de ‘**Comando e Controlo**’ a que o Estado propõe-se a tutelar de forma administrativa, arbitrária, concessiva e, nitidamente, ultrapassada. Estas limitações temporais de demonstração do ‘poder de polícia’ foram bem delineadas e hoje ditas como superadas (OLIVEIRA (2003)).

A formulação dos problemas, identificação (a princípio dedutiva) destas dificuldades para proposição dos objectivos gerais de abordagem do assunto na tentativa de dispor os mesmos de forma sistemática como alvo duma acção de formação, norteia toda a dissertação na sequência de uma metodologia de trabalho e investigação subordinada e modelada ao método científico, por todo o percurso. **Fig. I. 1**



**Fig. I. 1** Modelo de formulação de problemas, adaptação baseada em exemplo de BARBOUR (2004).

## Metodologia do trabalho e investigação

Ao considerar a natureza do trabalho pretendido e diante da necessidade de avaliar de forma a integrar ambas vertentes qualitativa e quantitativa, do impacto ambiental numa determinada pedreira. Seus objectivos de compor uma acção de formação que actue favoravelmente sobre os actores e meios de produção. Temos o **estudo de caso** como o método de investigação científica do mais recomendado para o tema escolhido para pesquisa nesta investigação. Este método de trabalho é caracterizado, de um modo geral, por “cada fenómeno poder ser um projecto ou programa no estudo de avaliação”, “indissociável do contexto da exploração” (YIN, 1993), neste caso a mineração de rochas ornamentais.

No esforço de construir um sistema de análise de confiança e consistente para a representação das características e atribuições desempenhadas de trabalho por um grupo profissional e como a sua limitação, em termos de desenvolver um papel mais destacado na ética tecnicista ambiental, pôde ser constatada, sem que a influência pessoal e cultural do autor transpusesse em forma de opinião interferente nas reais percepções e interpretações de fenómenos naturais. Esta percepção aponta para o uso de procedimentos e de critérios em forma de guia orientador de procedimento padronizado para minimizar estas influências interferentes ao desenvolver uma proposta técnico-académica contributiva no apoio ao bom desempenho técnico do profissional que actua na área mineral com responsabilidade ambiental.

Para tanto, foram efectuadas pesquisas bibliográficas envolvendo autores nacionais e estrangeiros com apoio recursos disponíveis em bibliotecas municipais, académicas e outras fontes de investigação interligadas em redes de conhecimentos. Também utilizou-se como fonte constante de actualização e renovação de pesquisa a Internet, que ampliou de forma considerável a qualidade e o espectro de informações.

Num paralelo ao método científico podemos traçar um esquema no seguinte modelo de correlação:

<b>Correlação entre:</b>	
<b>Etapas do Método Científico;</b>	<b>Metodologia/trabalho desenvolvido.</b>
➤ <b>Observação e descrição</b>	☞ <b>Experiência profissional</b>
	Pela natureza de ‘captar’ a repetição em diversas situações de contacto com os profissionais envolvidos em projectos ambientais.
➤ <b>Hipótese</b>	☞ <b>Formulação</b>
	Ao sentir deficiências e limitações no exercício profissional, pelo amadurecimento das posições.
➤ <b>Teste posterior</b>	☞ <b>Divulgação/repetição</b>
	A promoção das propostas em diversas publicações na busca do reconhecimento e da aplicabilidade imediata do estudo.

**Tabela I.2** Esquema comparativo entre as etapas do Método Científico e o desenvolvimento prático adoptado. Inspirado em PRESS *et al.* (2003, pp. 17). Cf. com o esquema de formulação de problemas **Fig. I. 1**.

De outra forma, pode-se dizer que a metodologia de pesquisa tentou reduzir ao mínimo a influência da polarização ou do conceito preconcebido no desenvolvimento da investigação para elaborar recursos e meios de melhoria técnica.

Estas fases seriam assim sentidas:

- na observação e descrição de um fenómeno decorrido e pertinente a um grupo de actores profissionais;
- na proposição de meios para superar estas dificuldades através da formulação de um mecanismo simples e aceitável para intervir no caso;
- pelo uso desta proposição para predizer e receitar continuamente a apresentação dos resultados da pesquisa em novas reproduções na sucessão aplicável do evento;
- na comparação com outras pesquisas publicadas que reforçaram estas predições por diversos investigadores independentes para reforço da argumentação, melhoria, correcção e sistematização do processo;
- no desenvolvimento de módulos de acções de formação próprias para implementar estas predições, por diversos níveis de pessoal, na melhoria, correcção e sistematização do processo interventivo.

# 1

## Revisão bibliográfica

*“Sendo metódica,  
a certeza da incerteza  
não nega a solidez da possibilidade cognitiva.  
A certeza fundamental:  
a de que posso saber.  
Sei que sei.  
Assim como sei que não sei,  
o que me faz saber:  
primeiro, que posso saber melhor o que já sei;  
segundo, que posso saber o que ainda não sei;  
terceiro, que posso produzir conhecimento ainda não existente.”*

PAULO FREIRE, 1995.

## 1.1

### A denominação com base na composição mineralógica e química

Numa pequena revisão de conceitos introdutórios BEST (2001, pp. 17) refere-se aos procedimentos analíticos em que a moderna a petrologia se apoia, aos dados quantitativos numéricos da composição mineral das rochas. A validade destes dados depende da amostragem fidedigna e representativa dos mesmos obtidas em campo.

As análises petrográficas dependem de dois pontos fundamentais a exactidão e a precisão. Esta última é também conhecida como reprodutibilidade, é numérica e define-se como uma variação estatística da média ou o seu significado numa determinação reprodutiva. Ou seja, ao sobrepor duas análises a precisão sobre uma determinada composição aumenta. Já a exactidão é uma indicação da proximidade da medida a um valor verdadeiro.

Para ir de encontro ao objecto de estudo, centrado sobre o granito, podemos considerar que quase todas as rochas ígneas são compostas nomeadamente por minerais silicatados, dos quais os mais comuns estão presentes na Série de Reacções de Bowen (Fig. 1.1): quartzo, plagioclase, feldspatos alcalinos, moscovite, assim como biotite, hornblenda, piroxena e olivina (os mais escuros, tidos como *máficos* – de magnésio + ferro férrico), já estes normalmente encontrados em rochas basálticas.

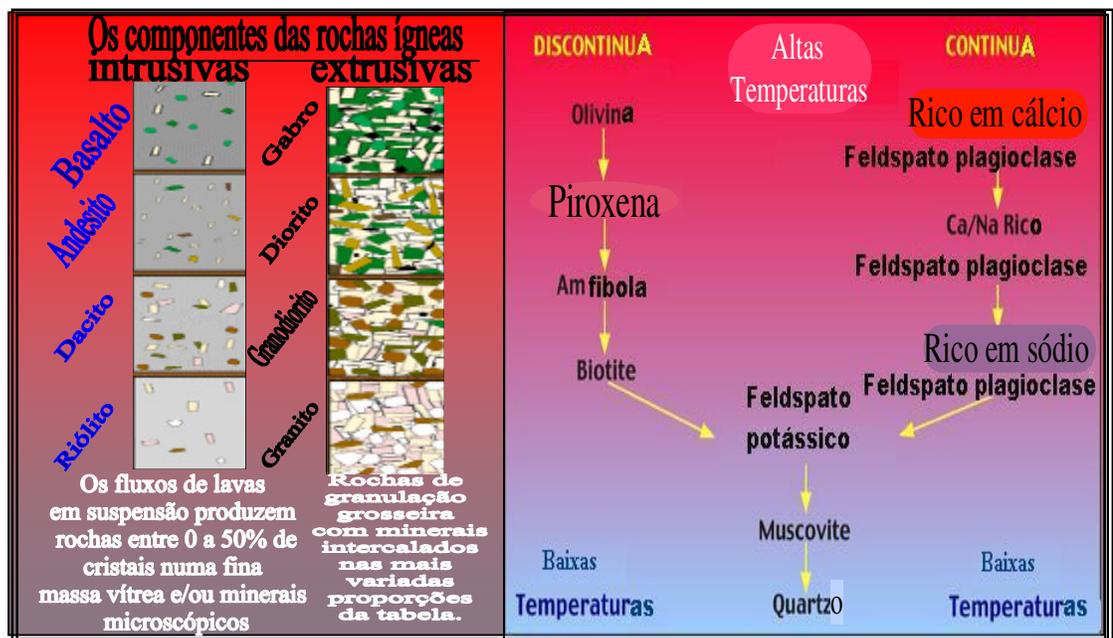
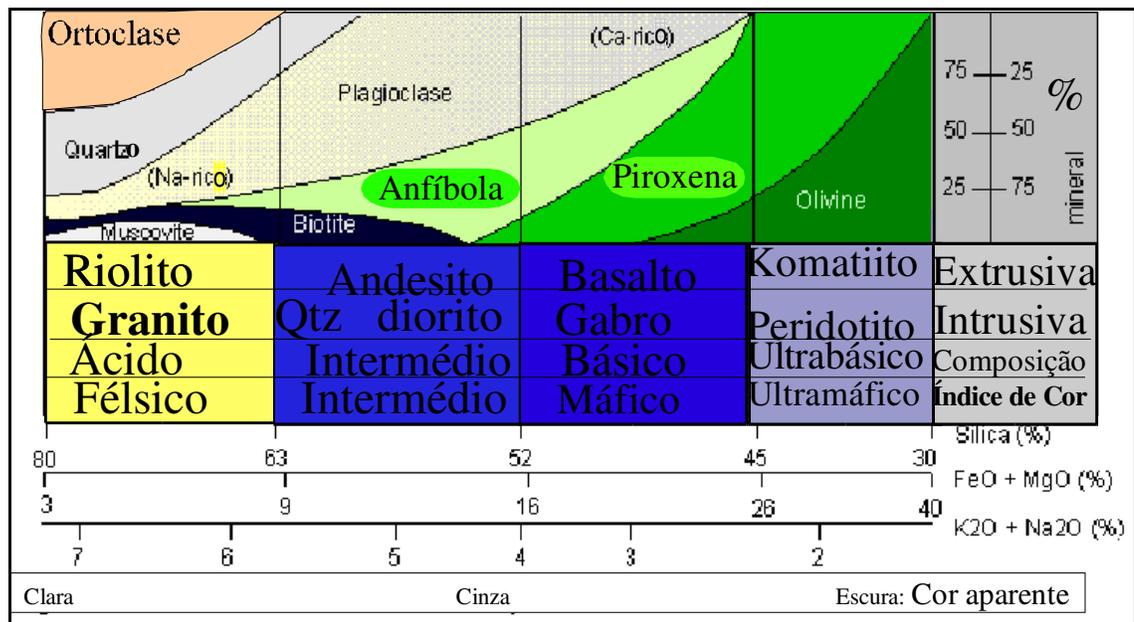


Fig. 1.1 A Série de reacções de Bowen, modificada de PIDWIRNY (2004) com ilustração de JOHNSON (2005).

A denominação de ultramáficas refere-se as rochas que contêm mais de 90% de minerais máficos. De forma similar, mas sem equivalência, a designação de leucocrático refere-se a uma rocha de cor clara e melanocrática de cor escura. Toda esta nomenclatura parece um pouco dúbia o que obriga a ter em atenção o objecto de referência que enquadra, por exemplo, uma rocha composta por 90% de feldspato escuro, sendo classificada como: *félsica e melanocrática*. A cor desta rocha teria sido quantificada com base no índice de cor, referido como sendo um percentual de minerais escuros. (Tabela 1.1).



**Tabela 1.1** Rochas ígneas suas composições relacionadas pelo percentual do mineral, arranjo textural, composição mineral, índice de cor, teor em Sílica, % de FeO + MgO e % (K<sub>2</sub>O + Na<sub>2</sub>O) e cor aparente. Tabela adaptada de PRESS & SIEVER (2001, pp. 73).

Já os termos puramente químicos como os siliciosos (SiO<sub>2</sub>), magnesianos (MgO), alcalinos (Na<sub>2</sub>O + K<sub>2</sub>O) e aluminosos (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) são também utilizados quando um destes componentes mostra valores anormalmente elevados. Prioritariamente, os valores de sílica são os mais importantes: o termo *ácido* é sinónimo de silicioso e *básico* é o seu oposto.

## 1.2 Terminologia da descrição petrográfica

Segundo WINTER (2001, pp. 17), o método preferido para classificar qualquer tipo de rocha, seja ígnea, metamórfica ou sedimentar, é baseado na textura e composição

(normalmente mineralógica). O critério textural é geralmente o primeiro a ser considerado, já que a textura representa a melhor forma de análise de uma rocha e permite classificar dentro duma ampla gama de categorias genéticas. O primeiro passo para a descrição de uma rocha ígnea consiste no seu enquadramento textural numa das seguintes categorias (**Tabela 1.2**):

Minerais principais (acessórios)	Texturas						
	Vítrea s/cristais	Afanítica (microcristais)	Fanerítica (cristais visíveis)		Pegmatítica (cristais maiores)	Porfirítica/ Porfiróide (cristais de 2 tamanhos)	
						Afanítica	Fanerítica
Olivina		'Komatiito'	Dunito				
Olivina & Piroxena			Peridoto				
Piroxena			Piroxenito				
Ca-plagiocase, Piroxena, Olivina (Anfíbola, Biotite)	Escória	Basalto	Gabro			Basalto pórfiro	Gabro
Na-plagiocase, Anfíbola, Biotite (Piroxena, Quartzo, Ortoclase)	Cinza + T	Andesito	Q	Quartzo		Andesito pórfiro	
			T				
			S				
			E	Diorito			
			M				
Ortoclase, Quartzo, Moscovite, (Na-plagiocase, Biotite, Anfíbola, Piroxena)	Púmica + Obsidiana	Riólito	Q	Granito	Granito pegmatítico	Riólito pórfiro	Granito pórfiro
			T	Z			
			S				Sienito pórfiro
			E	Sienito			
			M				

**Tabela 1.2** Relação composicional com as diferentes texturas ígneas. Retirado de HAYWICK (2005).

- Fanerítica** – os cristais que compõem a rocha são visíveis a olho-nú.
- Afanítica** – os cristais, caso apareçam, são demasiado pequenos para serem identificados a olho-nú.
- Fragmentária ou brecha** – a rocha é composta de pedaços de materiais ígneos desagregados, depositados e, em posterior, amalgamados. Os fragmentos destes podem incluir pedaços de rochas (predominantemente ígnea) fragmentos de cristais ou vidro.

No caso do granito (em senso estrito) a sua própria textura revela uma cristalização lenta, distando da superfície da Terra, sendo assim denominada por rocha plutónica.

Algumas rochas classificadas como faneríticas ou afaníticas são relativamente *equigranulares* (tamanho do grão uniforme). Entretanto, outras exibem uma variação de tamanho pelo facto dos seus minerais terem passado por taxas de crescimento distintas entre si. Por outro lado, se a textura da rocha evidenciar dois tamanhos de grãos predominantes, então a mesma será considerada porfiróide (matriz fanerítica) e *porfirítica* (matriz afanítica), sendo a matriz caracterizada pelos cristais mais finos. As rochas vulcânicas exibem uma textura afanítica e vítrea, enquanto que as rochas plutónicas apresentam textura fanerítica.

### 1.3 Rochas ígneas

Em PRESS *et al.* (2003), a rocha ígnea (do *latim Ignis*, que significa “fogo”) forma-se a partir da cristalização de um magma, uma massa de rocha fundida com origem em profundidade, na crosta ou no manto superior. Estes são locais onde as temperaturas alcançam 700 °C ou mais, o suficiente para fundir a maioria das rochas. Este processo ocorre, basicamente, de duas formas bem distintas:

**1** – Quando um magma arrefece abaixo do ponto de fusão lentamente no interior da Terra, cristais microscópicos começam a formar-se e alguns destes cristais têm tempo suficiente para crescer alguns milímetros, por vezes mesmo antes da cristalização total da massa, de modo a gerar uma rocha ígnea de granulação grosseira;

**2** – Quando o magma chega à superfície aquando de uma erupção vulcânica, arrefece e solidifica tão rapidamente que os cristais não têm tempo suficiente para crescer de forma gradual. Neste caso, formam-se simultaneamente cristais muito finos, o que resulta numa rocha ígnea de granulação fina.

Dois tipos de rochas ígneas são bem tipificados nestas situações com base no tamanho dos seus cristais: **intrusivas** e **extrusivas** (Fig. 1.1). Estas são originadas por fenómenos de magmatismo que ocorrem à superfície (vulcanismo), gerando rochas **vulcânicas ou extrusivas**, ou então em profundidade (**plutonismo**), originando as **rochas plutónicas ou intrusivas**.

#### 1.4 Rochas granitóides

Conforme escreve WINTER (2001, pp. 343) o termo granito é frequentemente aplicado de forma indistinta, confundindo-se o termo científico próprio com uma larga variedade de outras rochas intrusivas félsicas. Por isso, ao denominar uma rocha por granito (senso estrito) estamos a definir a mesma numa área composicional restrita de uma gama de rochas contendo proporções de minerais de quartzo-plagioclase-feldspato alcalino na classificação I.U.G.S. (do acrónimo em inglês: União Internacional de Ciências Geológicas). Esta situação, um pouco dúbia, gera algumas confusões. Os granitóides são as rochas plutónicas mais abundantes na crosta continental superior. Entre um largo espectro de tipos de rochas que teriam distintos processos de génese.

De acordo com o autor acima citado, a própria densidade das rochas granitóides tem sido objecto de estudos notáveis e profundas controvérsias durante mais de 200 anos. O mesmo autor faz uma citação notória deste assunto ao dar destaque para o título: ‘*The Granite Controversy*’ de H. H. Read’s, 1957. Também, na altura do século XIX, vários estudiosos debatiam acaloradamente a origem do granito ao afirmarem:

“Granito não é uma rocha que teve uma origem simples mas que pode ser gerada por diversas formas”. A respeito da génese dos granitóides é possível fazer algumas generalizações ao partir de conceitos primordiais sobre o assunto.

A maioria dos granitos de volume considerável ocorre em áreas onde a crosta se tornou espessa devido a movimentos orogénicos, a arcos continentais de subducção ou à colisão de massas sílicas. Muitos granitos, contudo, podem ser pós-orogénicos e o efeito de espessamento pode ter dezenas de milhões de anos.

Pelo facto da crosta ser sólida, no seu estado normal, é necessária alguma variação térmica para formar granitóides.

A maioria dos investigadores é de opinião de que a maior parte dos granitóides são derivados de anatexia crustal, mas o manto pode também estar envolvido. A contribuição mantélica pode variar tanto como uma fonte de calor até o ponto de uma anatexia crustal, ou ainda, ser a fonte genética do próprio material.”

## 1.5

### **Processos de formação de magmas graníticos e evolução crustal**

ALMEIDA (1994, pp. 204) citando diversos autores (BROWN *et al.*, 1984; PEARCE *et al.*, 1984; HARRIS *et al.*, 1986; PITCHER, 1987, LAMEYRE, 1988) considera as rochas graníticas como estádios finais de diversos processos petrogenéticos envolvendo diferentes rochas como fonte. As mesmas possuem uma assinatura geoquímica, em termos de elementos maiores, menores e de terras raras, que revela o seu enquadramento geológico. As séries graníticas estão assim distribuídas de acordo com os diferentes ambientes tectónicos que as caracterizam.

Para compreensão dos processos de diferenciação que ocorrem na crosta continental na génese das rochas graníticas têm sido utilizados vários modelos teóricos, segundo diversas vertentes que tentam conduzir ao estabelecimento dos processos químicos e físicos responsáveis pela evolução dessas rochas. É desta forma que podemos generalizar os estudos para a compreensão da diferenciação da crosta continental.

As diferentes abordagens vão desde a procura da natureza da fonte e dos mecanismos de geração, ascensão e instalação de magmas graníticos, passando pela precisão das condições de pressão e temperatura de cristalização (através do equilíbrio entre fases minerais primárias coexistentes) assim como a averiguação do tipo de processo de diferenciação magmática através do uso de modelos baseados nos teores de elementos maiores, vestigiais e elementos de terras raras, até, por fim, se estabelecer um modelo petrogenético para o qual igualmente contribuem os trabalhos da petrologia experimental e dados da geoquímica isotópica.

## 1.6

### Modelos teóricos e experimentais para a formação de magmas graníticos

ALMEIDA (1994, pp. 204) cita o modelo proposto por WHITE & CHAPPELL (1977) como um dos mais divulgados para a gênese de granitos a partir do estudo de granitóides do cinturão de Lachlan, SE da Austrália. Segundo este modelo, designado por "*restite unmixing model*", grande parte dos magmas graníticos compreende dois componentes; um líquido correspondente a um "*melt*" granítico mais silicioso, e um sólido menos silicioso representando o resíduo do material original, sendo ambos produtos de um processo de ultrametamorfismo. Os dois componentes separam-se, em diferentes proporções, produzindo as variações químicas observadas nas rochas plutônicas, traduzidas por tendências lineares nos diagramas de variação tipo '*Harker*', o que constitui a base principal deste modelo. Contudo, verifica-se que em séries graníticas a variação da concentração dos elementos com SiO<sub>2</sub> não é linear, suscitando limitações à aplicação do modelo. Apesar do reconhecimento da importância de restites na gênese de determinadas rochas graníticas o modelo tem sido criticado por diversos autores (e.g., WALL *et al.*, 1987) que sugerem outros mecanismos para explicar a variabilidade química.

O estudo de ALMEIDA (1994, pp. 205) apoia-se em alguns autores como MICHARD-VITRAC *et al.* (1980), para descrever que esta variabilidade de composição dos granitóides pode ser atribuída a fusão de níveis de crosta heterogênea cuja composição pode ser constituída pela mistura de componentes crustais de diferentes idades (PEUCAT *et al.*, 1988) ou pela mistura de componentes de diferente natureza, crustal e mantélica (McCULLOCH & WASSERBURG, 1978; LEAKE, 1990; DIAS & LETERRIER, 1994) ou a diferentes graus de fusão crustal (STRONG & HANMER, 1981; WICKHAM, 1987; SEVIGNY *et al.*, 1989; HOLTZ & BAREY, 1991).

Também é possível afirmar que a composição do protólito é determinante na composição e volume do "*melt*" granítico. São ainda propostas modelizações teóricas fundamentadas em trabalhos experimentais que indicam uma origem mais provável dos respectivos líquidos a fusão de rochas metapelíticas segundo: HUANG & WYLLIE (1981); STRONG & HANMER (1981); CLEMENS & VIELZEUF (1987); PICHAVANT & MONTEL (1988); SEVIGNY *et al.* (1989), ou ainda em rochas metaígneas (e.g, MILLER, 1985; ORTEGA & IBARGUCHI, 1990; TURPIN *et al.* 1990; HOLTZ & BARBEY, 1991), isto para o caso dos granitos peraluminosos e de duas micas,

também designados de tipo S. Já para o caso de granitos cuja fonte tem uma componente de natureza ígnea é chamada de granitos tipo **I**, destaca-se uma problemática da classificação numa aplicação ambígua, uma vez que granitos peraluminosos podem ser produzidos pela fusão de material peraluminoso de origem ígnea.

Para a Península Ibérica ALMEIDA (1994, pp. 205) aponta que os granitos de idade paleozóica superior têm sido interpretados como resultado de fontes predominantemente crustais por um processo que consiste de episódios repetidos de fusão parcial por sua vez resultante do progressivo espessamento de crosta radiogénica. Esse espessamento crustal quando combinado com o calor desenvolvido em zonas de cisalhamento e com uma maior circulação de voláteis, provoca o avanço da fusão crustal sem que haja envolvimento de material do manto. PITCHER (1987) sugere uma representação esquemática combinando a fonte e o contexto geológico para diferentes tipos de granitos entre os quais define o "Hercinotipo" de que se destacam as seguintes características: contexto tectónico de colisão continental oblíqua, metamorfismo de baixa pressão, migmatitos retrabalhados como granitos tipo S, batólitos concordantes, fusão parcial de material crustal reciclado por anatexia, magmas relativamente temperados e húmidos consolidados em profundidade evidenciando recristalização metamórfica, e espessamento tectónico de crosta radiogénica.

## 1.7

### **Granito (senso estrito): exemplo característico de rocha ígnea**

O granito é, sem dúvida, uma das mais conhecidas e abundantes rochas ígneas. Considerado como pertencente ao grupo das rochas intrusivas, apresenta cristais bem desenvolvidos, visíveis à vista desarmada e, portanto, ter-se-á formado a partir de magmas que cristalizaram lenta e gradualmente, à medida que intruíam corpos rochosos localizados no interior da Terra. O granito, juntamente com outras rochas cristalinas, constitui a base das massas continentais e é a rocha intrusiva mais comum da superfície da terra. Trata-se de uma rocha félsica, com aproximadamente 70% de sílica. Em condições excepcionais de arrefecimento, numa fase pneumatolítica, geram uma variedade de granulação muito grosseira denominada pegmatito.

Embora o granito seja reconhecido como uma rocha ígnea derivada de massas fundidas, existem largas evidências que a sua origem possa também ser atribuída a

metamorfismo regional actuante sobre rochas pré-existentes devido ao rearranjo e à recristalização que pode ocorrer sem passar por um estágio líquido ou de fusão anatética

A classificação das rochas ígneas encontra-se assinalada abaixo no diagrama de STRECKEISEN (1976). A Fig. 1.2 mostra uma faixa composicional com uma família de rochas com estas características. Em termos mineralógicos contém quartzo e feldspato potássico em abundância e menor quantidade de plagioclase. Pode ainda conter diferentes quantidades de micas, nomeadamente biotite e/ou moscovite, sendo este um parâmetro a considerar na distinção dos diferentes tipos de granito. A predominância de minerais félsicos é responsável pela cor clara (variável desde o cinzento ao rosa), geralmente apresentada pelo granito.

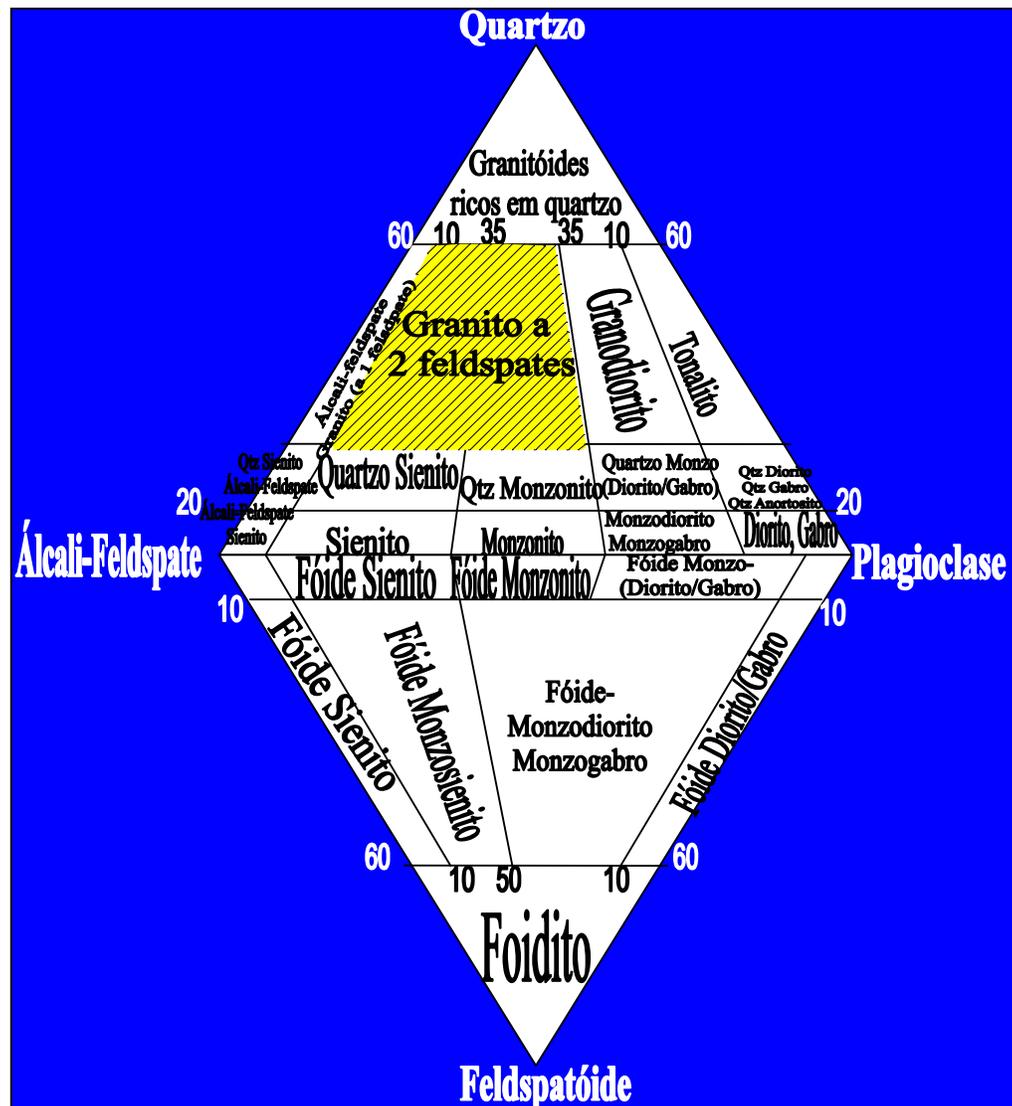


Fig. 1.2 A representação das rochas ígneas no diagrama de STRECKEISEN (1976).

Todavia, os granitos podem ter aspectos diferenciados, variando desde cores claras a tons mais escuros e apresentando diferentes texturas. Segundo BLATT & TRACY (1999), o feldspato mais comum é a ortoclase ou a microclina, em ambos os casos geralmente perfiticas. A plagioclase é tipicamente uma oligoclase. Os fenocristais, quando existem, são geralmente de feldspato. O quartzo vai ocupando os espaços livres, moldando-se entre os outros cristais e pode, com frequência, apresentar inclusões fluidas. As piroxenas são muito pouco usuais e os minerais acessórios incluem apatite, magnetite, ilmenite, hematite, zircão, titanite, turmalina, fluorite e, mais raramente, cordierite e granada.

Para BLATT & TRACY (1999), a exemplo de outros granitóides, o granito também é normalmente classificado com base na sua textura, em três grupos diferentes:

**GRANULAÇÃO FINA:** Os granitos finos com a granulação de cristais de Feldspato compreendidos num diâmetro médio com cerca de 1,6 *mm* (~1/16 *polegadas*) a 3,2 *mm* (~1/8 *pol.*)

**GRANULAÇÃO MÉDIA:** Os granitos finos com a granulação de cristais de Feldspato compreendidos num diâmetro médio com cerca de 2,5 *mm* (~1/4 *pol.*)

**GRANULAÇÃO GROSSEIRA:** Os granitos finos com granulação de cristais de Feldspato compreendidos num diâmetro médio com cerca de 1,3 *cm* (~1/2 *pol.*), a diâmetros com vários centímetros na sua extensão máxima. Os granitos com granulação grosseira podem ter uma densidade mais baixa.

## 1.8

### **Granito (senso lato): rocha silicatada passível de polimento e com brilho vítreo**

Do ponto-de-vista comercial, o termo granito é frequentemente conotado como um rocha granular, susceptível de ser polida e refere-se muitas vezes, a outras rochas ígneas, metamórficas ou vulcânicas de composição química mineralógica idêntica ou que apenas têm em comum o facto de serem também rochas (silicatadas) passíveis de polimento e, na maioria dos casos, com brilho vítreo.

É assim que esta definição abarca rochas tão diferentes dos granitos propriamente ditos como os sienitos, quartzodioritos, dioritos, gabros, basaltos e gneisses, entre outras, que quer geneticamente, quer no contexto em apreço, são frequentemente mencionadas como “rochas similares” na construção civil (*cf.* MOURA, 2000) tendo apenas uma característica

mais silicosa ou, ainda, como “granitóides” Esta conotação aplicada a nível comercial, que poderá ser utilizada no decorrer do trabalho, não deve ser considerada como um antagonismo, ao conceito de granito senso estrito, ou mesmo um erro impróprio, quando comparada com as classificações técnico-científicas mais rigorosas, normalmente representadas no diagrama de STRECKEISEN (1976). Dito isto, a eventual adopção do nome ‘granito’ no seu emprego usual comercial vem ao encontro do reconhecimento de um recurso mineral que cada vez mais, de forma pujante e vigorosa, se destaca no cenário da economia mineira mundial.

### **1.9 Distinção entre o ‘granito verdadeiro’ versus ‘granito comercial’**

Pela descrição de PIVKO (2003) os granitos no sentido comercial, são rochas duras que se apresentam passíveis de serem trabalhadas por polimento e necessitam de ferramentas mais duras que o mármore para o corte, talho e polimento. Eles são normalmente empregues no exterior e no interior das construções. São de origem e de minerais variados. A sua petrografia pode ser tanto de rochas ígneas (formadas pela cristalização do magma) como de rochas metamórficas (formadas a partir de condições de esforço, pressão e temperatura).

Muitos granitos comerciais podem ser também rochas ígneas criadas a alguns quilómetros de profundidade crustal (Tabela 1.3). O granito, juntamente com outras rochas cristalinas, constitui a fundação das massas continentais. Estas tão citadas rochas plutónicas são constituídas por grãos visíveis, não equidimensionais, ou com alguns grãos maiores que outros – *textura pórfiróide* (Fig. 1.1). Os grãos normalmente não apresentam orientação mas há outras rochas plutónicas de certo modo ‘bandadas’ que, assemelhando-se a uma leve orientação, que fazem lembrar esta típica característica das rochas metamórficas.

O granito verdadeiro, isto é, o granito do ponto de vista científico, pertence apenas a um grupo de rochas dentro de uma gama de granitos comerciais. Elas são rochas ígneas claras formadas pela cristalização do magma no interior da superfície terrestre.

Os granitos comerciais apresentam ainda, grãos maiores que os mármore comerciais, possuem também maior resistência e brilho e a clivagem pode ocorrer mais facilmente nos grãos maiores. Uma estrutura homogénea ou uma ligeira orientação é uma característica das rochas ígneas, de tal maneira que elas têm uma aparência similar (estrutura), a qual, dependeria da amplitude da área de exposição amostrada.

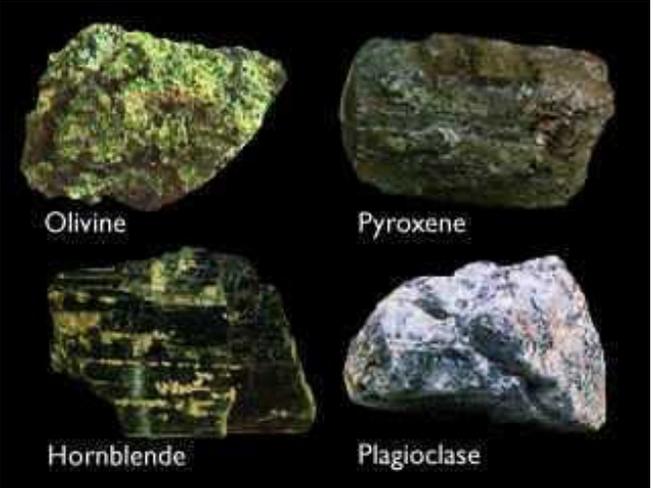
 <p>Olivine      Pyroxene</p> <p>Hornblende      Plagioclase</p>	<p><b>Máficos</b></p> <p>Os minerais de coloração escura ou minerais máficos (basálticos) pertencem a um grupo de minerais ferro-magnesianos. Geralmente são a olivina, piroxena, hornblenda e anfíbola. Os magmas máficos de alta temperatura contêm plagioclase cálcico escuro. Estes minerais, quando cristalizados, formam rochas densas de coloração escura, como o basalto ou o gabro.</p>
 <p>Hornblende      Pyroxene      Biotite</p> <p>Muscovite      Quartz      Plagioclase</p>	<p><b>Intermédios</b></p> <p>Andesíticos ou intermédios, rochas ígneas contendo minerais silicatados intermédios hornblenda, piroxena, plagioclase intermédio, moscovite, quartzo e biotite.</p>
 <p>Orthoclase      Plagioclase</p> <p>Muscovite      Quartz      Biotite</p>	<p><b>Félsicos</b></p> <p>Os minerais silicatados são ricos em sílica e alumínio e normalmente são de cor clara, como mostrado à esquerda. A rocha resultante deverá conter um destes minerais félsicos, no caso de um destes magmas sofrer fusão sobre a crosta continental.</p>

Tabela 1.3 Distinção elementar da tipologia de magmas, extraído de PRESS (2003).

Os granitos comerciais são rochas que, na realidade, têm uma disposição de minerais intercalados que constituem um conjunto de grãos minerais multicoloridos. Os grãos de uma cor são cercados por outros de cores diferentes, o que quer dizer que um grão de quartzo cinza estaria envolto por ortoclase rosa, plagioclase branco e mica preta. O granito é geralmente esbranquiçado ou acinzentado com uma aparência salpicada causada pelos cristais mais escuros. O feldspato potássico confere uma cor vermelha ou uma tonalidade encarnada à rocha.

O granito é mais compacto e, para além disso, não se deixa riscar pela unha, pela faca ou por pedaços de vidro, como o mármore. Dependendo das percentagens relativas de quartzo e feldspato, a dureza total do granito mantém-se entre 5,5 e 7 na escala de *Mohs*. A gravidade específica do granito varia entre 2,63 e 2,75. A sua resistência à compressão é de 1050 a 1.400 quilogramas por  $cm^2$  (15.000 a 20.000 *libras* por *polegadas*<sup>2</sup>). O granito possui resistência superior ao mármore, ao arenito, ao calcário e é relativamente mais difícil de extrair, dada a sua tenacidade. É uma pedra importante na construção civil sendo que das suas melhores características serem extremamente resistentes à meteorização. Nos últimos anos o granito representou aproximadamente 83% de toda a pedra utilizada na construção de monumentos, sendo o mármore responsável apenas por aproximadamente 17 % deste total, segundo dados do Instituto Geológico Y Minero de Espanha (IGME). A Fig. 1.3 mostra esta relação de sentido entre as diversas conotações assumidas pelo termo granito.



**Fig. 1.3** O termo 'granito' suas variantes, de acordo com diferentes pontos de vista

O quartzo geralmente contribui para uma coloração mais clara do granito, aumenta a sua porosidade pela presença de micro fissuras (porque o volume de quartzo diminui durante

a cristalização), sendo portanto, mais baixa a resistência ao esforço e ao fogo. Caso o granito seja, pelo contrário, de coloração mais escura, maior será a quantidade de minerais mais escuros, e mais pesado será o granito.

Todo o granito comercial contém feldspatos (com dureza 6 na escala de Mohs) de cores variadas como, por exemplo: branco, rosa, vermelho, castanho, verde e cinza. Os grãos de feldspatos são tipicamente não translúcidos e apresentam clivagem. Muitos granitos, em especial os mais claros, contêm quartzos (de dureza 7 na escala de Mohs) de coloração cinzenta (por vezes azulada ou castanhos) e grãos vítreos translúcidos, sem clivagem. Além destes, possuem minerais escuros como a hornblenda, a piroxena e a biotite preta, verde escura ou de tons castanhos. Estes minerais têm gravidade específica maior e durezas inferiores ao feldspato e ao quartzo. Alguns granitos possuem ainda granada com formas arredondadas e cores que variam do castanho ao vermelho escuro. Outra característica química é que os granitos comerciais não são afectados por ácidos orgânicos comuns como o do vinagre ou do limão, ao contrário dos mármore.

### 1.10 O tipo petrográfico

Conforme mencionado acima, os granitos comerciais têm origens e composições diferentes. Esta é uma consideração importante para a aplicação para que a pedra natural seja empregada como rocha de motivo ornamental. Este é também um termo genérico que engloba as diferentes pedras naturais usadas em infra-estruturas ou para fins decorativos em edifícios.

<b>Rochas ígneas</b> (intrusivas & vulcânicas)	<b>Granito e diorito, labradorito, gabro, peridotito, pórfiro, dolerito, basalto e andesito, etc.</b>
<b>Rochas sedimentares</b>	Calcário, dolomite e travertino, conglomerado e brecha, arenito, ónix, alabastro, etc.
<b>Rochas metamórficas</b>	Mármore, quartzito, xisto argiloso e ardósia, brecha metamórfica, serpentina, gneisse, etc.

**Quadro 1.3** Principais origens geológicas das rochas ornamentais, de BRODKOM (2000).

Dentre uma gama extremamente diversificada de pedras disponíveis, as mais comuns são o **mármore** e o **calcário** (calcítico, dolomítico, serpentínico); o **granito** (cujos grãos são rijos, integrados e cristalinos); o **arenito** (formado a partir de grãos de areia ligados por um

cimento natural); e a **ardósia** (com fissilidade evidente e de grão fino), conforme BRODKOM, F. (2000).

<b>Mineral</b>	<b>Produção</b> Milhões de toneladas	<b>Valor</b> Milhões de euros	<b>Emprego</b>	<b>Principais usos</b>
<b>Rochas ornamentais</b>	17	5.000	190.000	Revestimentos, infra-estruturas e decoração de edifícios, pedras tumulares.

**Quadro 1.4** Panorama sócio-económico da indústria extractiva de rochas ornamentais na Europa, modificado de BRODKOM (2000).

Para o caso dos granitóides (granitos e rochas similares) a classificação também pode ser feita com base no índice mineral como segue no **Quadro 1.5** (simplificada por PIVKO, 2003) que mostra a composição de rochas ígneas usadas como granitos comerciais:

<b>Minerais</b>	Plagioclase 10 – 35 %	Plagioclase 35 – 65 %	Plagioclase 65 – 90 %	Plagioclase 90 – 100 %
Quartzo 20 – 60 %	<b>Granito</b>		<b>Granodiorito</b>	
Quartzo 5 – 20 %	Quartzo sienito	Quartzo monzonito		
Quartzo 0 – 5 %	Sienito	Monzonito		Diorito Anortosito Gabro

**Quadro 1.5** Tabela que relaciona grupos de rochas ígneas com seus intervalos percentuais de plagioclase, simplificada por PIVKO (2003).

Notas explicativas do **Quadro 1.5**:

1. Plagioclase calculado a partir do conteúdo total feldspático
2. Quartzo calculado a partir do total de minerais claros (quartzo e feldspatos)
3. Quadro **Amarelo** = grupo do granito  
**Verde** = grupo do sienito  
**Azul** = grupo do gabro e diorito
4. Charnoquitos pertencem tanto ao grupo do granito quanto ao sienito.
5. As áreas em branco são de rochas naturais que quase nunca são utilizadas na construção civil.

**Grupo do Granito** (granitóides) – rochas ricas em quartzo (20 - 60 %) e feldspatos (K-feldspatos, Na-Ca-feldspatos - [plagioclases](#)).

- Granitos feldspáticos (K-feldspatos em maior quantidade que as plagioclases), quartzo e um pouco de mica. Coloração cinzenta, cor-de-rosa, vermelha, branca, amarela e castanho clara.
- Granodiorito – feldspatos (plagioclases em maior quantidade que os K-feldspatos), quartzo, pouca mica escura e biotite. É normalmente de cor cinzenta.
- Pegmatíticos – rocha de granulação muito grosseira de composição granítica gerada em diques.

**Grupo do Sienito** – rochas ricas em K-feldspatos com menos plagioclase e quartzo (até 20 %).

- Sienito – feldspatos (mais K-feldspatos do que plagioclases), menos biotite, hornblenda.
- Quartzo sienito – feldspatos (mais K-feldspatos do que plagioclases), menos quartzo, biotite e hornblenda.
- Larvikito – feldspatos especiais, menor quantidade de quartzo, piroxena, magnetite.
- Monzonito – feldspatos (K-feldspatos = plagioclases), menos biotite, hornblenda e piroxena.
- Quartzo-monzonito – feldspatos (K-feldspatos = plagioclases), menos quartzo, biotite, hornblenda e piroxena.

**Grupo do Diorito** – rochas ricas em plagioclase, biotite, hornblenda e piroxena. Apresenta-se normalmente de coloração cinza escuro.

- Diorito – plagioclase, biotite, hornblenda e piroxena, pequena quantidade de K-feldspato e quartzo.

**Grupo do Gabro** – rochas ricas em plagioclase e piroxena e sem olivina. Tem geralmente coloração que varia do cinza-escuro até cores mais escuras.

- Gabro – com plagioclase e menor quantidade de olivina.
- Anorthosito – com plagioclase, pequena quantidade de piroxena e olivina.
- Dolerito – Uma rocha de granulação fina e composição gabróica, formada em diques. (Antigo nome – diabásio. Trata-se de uma transição entre o gabro e o basalto).

**Grupo do Charnoquito** – rochas ricas em feldspatos (K-feldspatos, plagioclases) com menos quartzo e piroxena. Este grupo especial pode ser adicionado principalmente ao grupo do granito ou ao grupo do sienito, dependendo da sua composição.

### **1.11 Origem dos nomes comerciais**

Os nomes comerciais têm as mais variadas origens. A partir da organização investigadora e da pesquisa de amostragem feita por PIVKO (2003), pode-se resumir que a maioria dos nomes deriva de uma área geográfica ou cor. O sítio geográfico pode ser uma pedreira ou uma cidade próxima. A cor é descrita em inglês, italiano, espanhol ou outra língua. Algumas rochas têm designações de acordo com as cores de pedras preciosas (gemas), plantas ou animais.

Para uniformizar os termos nos dois sentidos, comercial e científico, com vista a facilitar o entendimento e perpassar em ambos os meios é recomendável que os granitos, ditos comerciais, sejam identificados com base nos seguintes dados:

1. determinação do nome petrográfico;
2. descrição petrográfica;
3. composição mineral;
4. composição química\*; e,
5. propriedades físicas e mecânicas.

### **1.12 Publicações sobre o tema**

Alguns autores trataram o tema do impacto ambiental de pedreiras de granito sob formas distintas. RODRIGUES (2002) explorou o assunto numa abordagem aplicada ao ensino regular, em especial alunos do ensino secundário. Na opinião dos participantes a visita de estudo estaria mais vocacionada para aplicar aos alunos dos 7º ano de Ciências Naturais, 10º e 11º anos de Ciências da Terra e da Vida e 12º de Geologia, podendo ainda ter interesse em algumas matérias pontuais da área de Geografia, isto tendo em conta os actuais programas curriculares.

---

\* Onde são normalmente citados os seguintes elementos:  
K= Potássio, Mg= Magnésio, Fe= Ferro, Al= Alumínio, Na= Sódio, Ca= Cálcio.

Outras publicações revelaram aspectos intrínsecos ao material causador do impacto ambiental, a destacar VALENTE (2002) que debruçou a sua pesquisa sobre a tipologia geral do impacto das actividades extractivas a céu aberto na zona do Minho.

A abordagem feita por GONZALEZ (1990) enumera os vários impactos das minas, sempre com uma preocupação de fazer frente às novas restrições legais, que já na altura da publicação, acalorava debates entre estudiosos envolvidos na rivalidade entre Mineração X Meio Ambiente. O autor deixava sua marca com pioneirismo de técnicas e meios avançados para estudar a questão da extracção sob uma perspectiva de profissionalismo.

O extenso trabalho de MENDES (2002) dá atenção especial no embate entre a actividade e os ‘transtornos’ causados à população vizinha com destaque na interacção entre Pedreiras X Impactos Ambientais X Comunidade Envolvente.

<b>Outras publicações de:</b>	<b>Referência principal</b>
➤ <b>Título semelhante</b>	☞ <b>Abordagem/Comentário</b>
MENDES (2000)	Levanta a questão ambiental pelo ordenamento de território em Penafiel
RODRIGUES (2002)	Objectiva apoiar a prática da docência secundária
➤ <b>Analisa material impactante</b>	
VALENTE (2002)	Reabilitação de pedreiras abandonadas e neutralização de efeitos do impacto.
MONTEIRO (2003).	Faz uso de estudos sedimentológicos para caracterização residual mineira.
➤ <b>Avaliação de impacto</b>	
GONZALEZ (1990)	Enumera os impactos das minas, frente as novas restrições legais
JIMENO (1988)	Auditoria como instrumento avaliativo
PARTIDÁRIO & JESUS (1994).	Sistematiza a AIA a fornecer um roteiro na correlação de ‘Causa & Efeito’.
VALENTE & GOMES (2001)	Fornece a tipologia de impactos e de qualidade ambiental no Minho.

**Quadro 1.6** Mostra comparativa e sintética das diversas publicações que abordam o tema estudado.

MONTEIRO (2003) que aprofundou os estudos granulométricos das escombrelas aprofunda sua caracterização sobre a composição das mesmas e a indicação de medidas mitigadoras de bacias (lagoas rasas) de decantação dos materiais residuais em suspensão.

PARTIDÁRIO & JESUS (1994) organizam uma publicação que mostra como vários profissionais, de áreas técnicas diversas, se envolvem numa avaliação sistémica do impacto ambiental. A questão é retomada por PARTIDÁRIO (2003), onde é feita uma tomada histórica da evolução e sintetiza as suas ferramentas até publicação pela Associação Internacional de Avaliação do Impacto Ambiental (**IAIA**).

## 2 A Indústria Extractiva

*“O ambiente é  
das componentes não económicas  
de maior peso económico.”*  
OTTOMAN, In CASEIRO, 2002.

## 2.1 A utilização de um bem mineral relevante

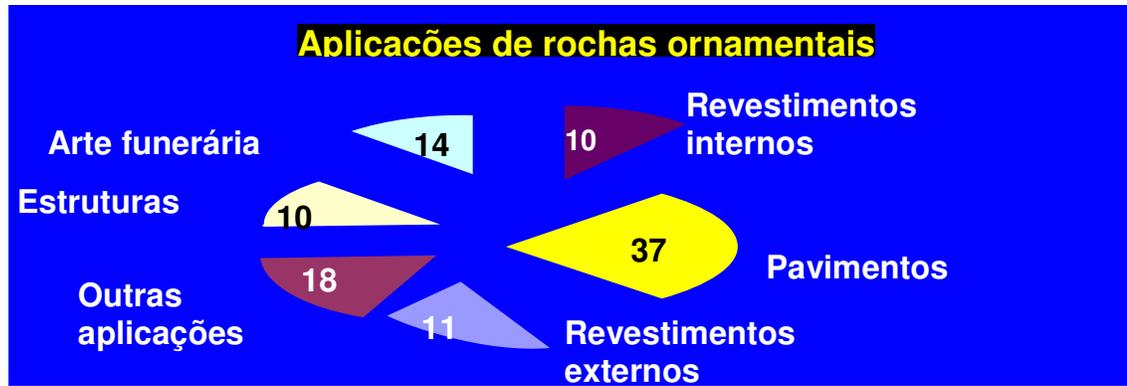
O granito pode ser visto como um bem mineral envolto numa cadeia de interesses dos mais diversos níveis de enlace e participação. Com base no texto de SOBREIRO & VIEIRA (2001), os dados apresentados atestam este facto, evidenciando uma constante e sólida evolução da história da indústria extractiva de rochas ornamentais, ainda pouco atraída pelos mais notáveis estudiosos, em trabalhos de investigação científica.

Sobre as crescentes aplicações de rochas ornamentais graníticas RODRIGUES (2002, pp. 18), afirma que o uso do granito na construção de habitações tem evoluído desde tempos imemoriais, adaptando-se ao gosto e às necessidades de cada época, tendo como paradigmas a segurança e durabilidade.

Os desenvolvimentos do Império Grego e depois o do Império Romano foram acompanhados por uma expansão das actividades de mineração de metais e de materiais para construção (mármore, pedras britadas, ornamentais...). Cresceu, em volume e uso, a participação dos recursos minerais na vida económica dessas sociedades (ALMEIDA, 2003, pp. 43).

Na construção de castelos, monumentos, templos, casas e edifícios têm-se usado tipos de rochas ornamentais diferentes: pedra maciça para alvenaria e cantarias, em placas para revestimentos de paredes interiores e exteriores. Cerca de 70% da produção mundial é transformada em chapas e ladrilhos para revestimentos, cerca de 14% é desdobrada em peças para arte funerária, 10% para obras estruturais e algo em torno de 6% para outros campos de aplicações (adaptado de CHIODI, 2001). Podemos observar o **Gráfico 2.1** ilustrando o seu uso diversificado pelas suas diferentes aplicações da rocha ornamental em Espanha.

Nos revestimentos interiores podemos ver granitos nas mais diversas situações: degraus de escadarias, pavimentos de chão (salas, cozinhas, entradas), soleiras, pavimentos, pias, mesas, bancos, balcões (de cozinhas e cales), lareiras fogões de sala, colunas e ornamentos diversos (**Gráfico 2.1**).



**Gráfico 2.1** Distribuição percentual no uso da pedra natural. (Espessura média de 2 cm, salvo em arte funerária, com espessura normal de 6 cm). Fonte: DIRECTÓRIO ROC-MAQUINA (2003), extraída de PANORAMA MINERO (2003).

No exterior usam-se granitos nas calçadas, passeios, ruas, muros, colunas, guarnições de portas e janelas, pórticos, escadarias exteriores, varandas, ornatos de fachadas, cornijas, pilares, balaústres, bancos e mesas de jardim (MOURA, 2002).

## 2.2

### Suas condições de exploração

Nos conceitos fundamentais da exploração, torna-se importante definir o que se entende por exploração e quais os tipos existentes, introduzindo o conceito de método de exploração e por último o de método de desmonte.

Exploração é a actividade posterior à prospecção e pesquisa, abrangendo o reconhecimento, a preparação e a **extracção** do minério bruto, a nível do solo ou subsolo, bem como o seu preparo e desdobramento, quando processados na própria área da lavra. Este preparo, especificamente para rochas ornamentais, pode ser basicamente de dois tipos:

- Subterrâneo - os trabalhos realizados para a retirada do minério não estão em contacto com o ar livre, encontrando-se rodeadas pelos terrenos em caves de subsolo.
- A céu aberto - os trabalhos para a retirada do minério estão em contacto com o ar livre. É o caso da maioria das pedreiras e minas a céu aberto.

Com destaque sobre uma lavra a céu-aberto vale citar a definição do termo **pedreira** em AREIAS (1994): “é o conjunto formado por qualquer massa mineral em exploração, pelas

instalações necessárias à sua lavra e pelos depósitos das substâncias extraídas, desperdícios e terras removidas” e reeditado pelo artigo 2º do Decreto-Lei n.º 270/2001 como o “conjunto formado pela área de extracção e zonas de defesa, pelos depósitos de massas minerais extraídas, estéreis e terras removidas e, bem assim, pelos seus anexos”.

O que se entende, bem assim, como sendo os seus **anexos** quaisquer "instalações e oficinas existentes junto da pedreira para preparação e manutenção das substâncias extraídas, bem como das instalações e serviços exclusivamente afectos à pedreira, a exemplo: as instalações de quebra, britagem e classificação de pedra, os telheiros, os solos, as oficinas de manutenção e reparação de máquinas, escritórios, etc.”, ou ainda melhor pelo Decreto-Lei n.º 270/2001 “pelas instalações e oficinas para serviços integrantes ou auxiliares de exploração de massas minerais e exclusivamente afectos àquela, nomeadamente as oficinas para a manutenção dos meios mecânicos utilizados, as instalações para acondicionamento das substâncias extraídas, para os serviços de apoio imprescindíveis aos trabalhadores, bem como os estabelecimentos de indústria extractiva”.

Outros métodos de preparo para exploração já foram experimentados: o Hidráulico, que pode ser tanto subterrânea como a céu aberto, que consiste em utilizar a força hidráulica sob altíssima pressão (essencialmente água) nas frentes de trabalho para o corte de rochas ornamentais; e, o “jet-flame” (lança térmica) que utiliza maçaricos de fogo com alto poder calorífico para corte nas frentes de lavra. Cada um deles com vantagens e desvantagens em relação aos métodos mais empregues. Este último, por exemplo, deixa os minerais com uma aparência queimada nas zonas limítrofes do corte.

Temos em DMP-IGM (1999) que o “conjunto de processos utilizados e de soluções adoptadas para a remoção da substância útil contida numa fracção de jazigo” denomina-se como: **Método de Lavra**. A substância útil, neste caso, é a própria rocha em que está contida uma parte de rocha ornamental com o padrão estético pretendido. É um conceito mais geral que o **Método de Desmonte** pois engloba os seguintes elementos fundamentais:

- Domínio dos terrenos;
- Tipo de preparo efectuado;
- Disposição das vias de transporte;
- Modo de retirada dos produtos;
- Forma, extensão, orientação e sentido de progressão da frente de desmonte
- Desenvolvimento na horizontal e na vertical, da exploração;
- Tratamento dos vazios da exploração e deposição dos rejeitos e gestão do bota-fora.

Assim pode-se dizer que o método de lavra engloba operações de desmonte, o domínio de terrenos, o traçar, a preparação, a remoção, etc. Método de desmonte é definido como o conjunto de processos utilizados para proceder ao arranque do minério do maciço. Trata-se de um conceito mais restrito que o de método de lavra, pois engloba apenas o conjunto de operações necessárias à extracção da substância útil da frente de trabalho.

Uma vez compreendidos os conceitos de método de exploração e método de desmonte, torna-se fundamental compreender os princípios e regras fundamentais que regem a exploração mineira.

São quatro princípios fundamentais da exploração mineira bem concebida:

- Economia;
- Segurança;
- Bom aproveitamento do jazigo.
- Protecção Ambiental (recentemente incorporado como novo paradigma).

Um fluxo-de-caixa positivo será reflexo da adopção de medidas económicas num jazigo, como um princípio fundamental para sua rentabilidade e só desta forma se torna viável à exploração. A boa gestão deve ser integrante de todo o sistema produtivo dando particular atenção a todos os elementos susceptíveis de redundar na redução do custo do minério explorado, como sejam por exemplo, a boa gestão na organização e optimização do trabalho mineiro na procura constante de melhores soluções técnicas disponíveis.

A segurança pode ser o mais importante princípio da exploração a respeitar, estando relacionada com o princípio atrás referido. Caso ocorram sinistros na lavra os trabalhos sofrem séria perda económica. Para que uma exploração possa decorrer com normalidade e eficiência os trabalhadores deverão sentir-se seguros em condições que possam desempenhar os trabalhos adequadamente. Não seguindo isso, resultará num ritmo abrandado de trabalho com o conseqüente aumento dos custos de exploração, o que vai contra o primeiro princípio enunciado.

Maximizar o aproveitamento do jazigo é parte da lógica que caracteriza a exploração mineral, o que significa dizer que esta riqueza, salvo raras excepções, não se regenera, sendo por conseguinte esgotável sendo relevante lembrar o porquê da sua limitação no próprio esgotamento progressivo do seu objecto de extracção. É, assim, indispensável que uma boa técnica mineira se baseie no melhor aproveitamento dos jazigos sendo necessário ter em consideração os inúmeros aspectos resumidos como regras fundamentais da boa exploração:

- Economia geral;
- Boa aplicação do método de exploração;
- Minimização de custo de operações diferentes;
- Aproveitamento racional das disposições e bens naturais;
- Aperfeiçoamento permanente, através da formação contínua; e,
- Equilíbrio e uso de bom senso entre os princípios fundamentais.

Uma primeira análise dos quatro princípios anteriormente enunciados poderá levar à conclusão de que actuam em sentido inverso, já que uma exploração muito segura pode ser cara (na contraposição de **Segurança versus Economia**). De outro modo, o mau aproveitamento, ou que uma lavra muito económica pode ser perigosa e ambientalmente agressiva (contrapondo **Aproveitamento, Economia versus Ambiente**).

O bom senso e o grau de equilíbrio atingido entre os quatro princípios fundamentais, podem constituir uma das características que melhor define a pretendida perfeição de uma exploração mineira.

A boa aplicação do método de exploração é importante, sendo considerado bom método todo aquele que: é seguro, tenha um bom rendimento económico, aproveite bem o jazigo e proteja eficazmente o ambiente circundante.

Tanto a aplicabilidade do método quanto a sua regularidade tornam-se elementos especiais, sendo preferível um método regular, bem aplicado e com continuidade. Um método de lavra que não possa ser compreendido pela sua complexidade, será imperfeitamente executado ou deficientemente gerido.

A economia geral é uma regra válida na medida em que qualquer tentativa exagerada de minimização de custos numa dada operação (por exemplo no desmonte) irá reflectir-se de uma forma negativa numa operação subsequente (por exemplo na esquartejamento). O esforço tendente à redução do preço de custo do produto deve ser feito de um modo geral considerando o todo o processo (retirada de fatias e individualização dos blocos) e não apenas uma só parte. O aperfeiçoamento permanente é sem dúvida uma regra que condiciona todo o processo técnico e/ou humano. Por conseguinte deve merecer a maior atenção no ramo mineiro e não ser descurado, como o é, na maioria dos casos. Neste item destacam-se as maiores e mais organizadas empresas do sector, com contínuos programas de formação envolvendo todos empregados e várias secções da empresa.

O melhor aproveitamento de factores positivos dos bens naturais, caso sejam tomadas em consideração na aplicação e escolha do método de exploração ocorrentes na área do jazigo, pode determinar substanciais economias.

### 2.3 A lavra a céu aberto

Em DMP-IGM (1999) a exploração que se desenvolva a céu aberto é feita, quase sempre, por bancadas ou degraus (rectilíneos), sendo necessário que o profissional tenha um plano de lavra contendo os seguintes elementos:

- diagramas de fogo (se for inevitável – cada vez mais em desuso);
- posição das máquinas de desmorte em relação à frente de lavra em livre deslocação;
- condições de circulação dos trabalhadores e vias de circulação das máquinas perforatrizes;
- configuração da escavação, sua estabilidade nas frentes e taludes;
- dimensões das frentes de desmorte das bancadas (altura e largura das bases dos degraus; e,
- local de deposição de eventuais bota-foras e suas dimensões.

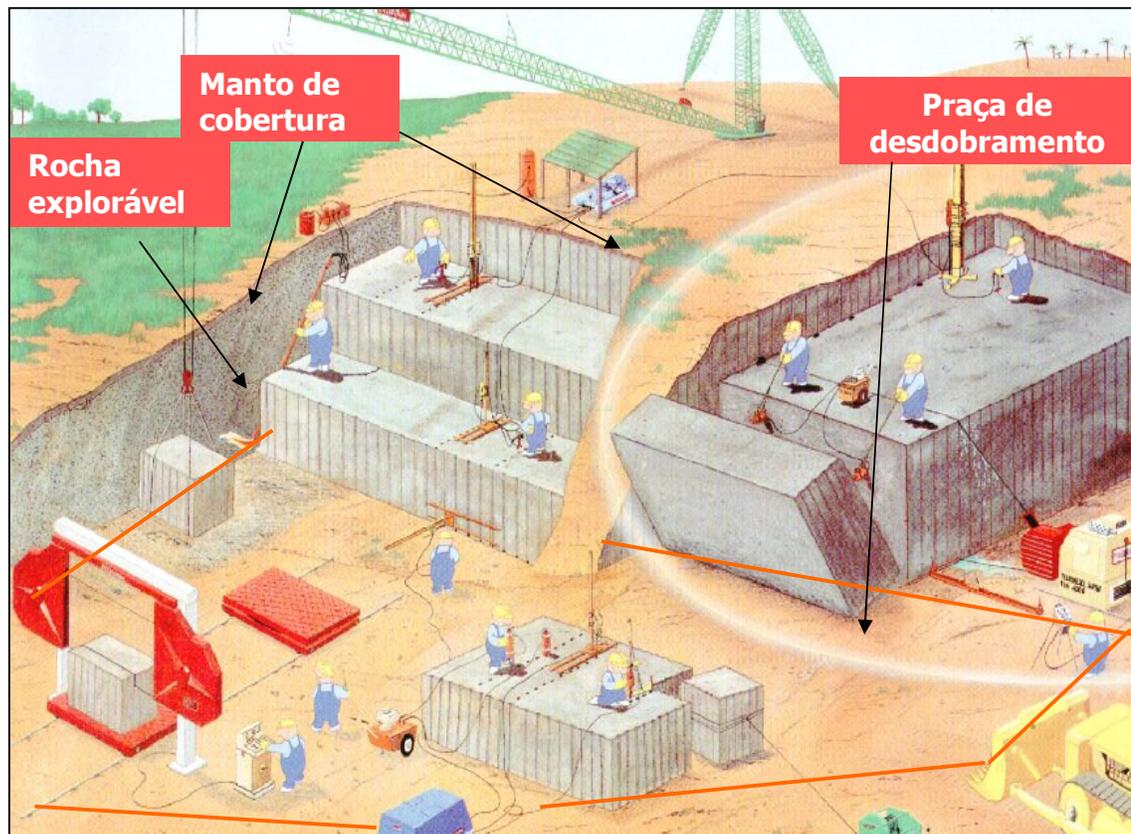


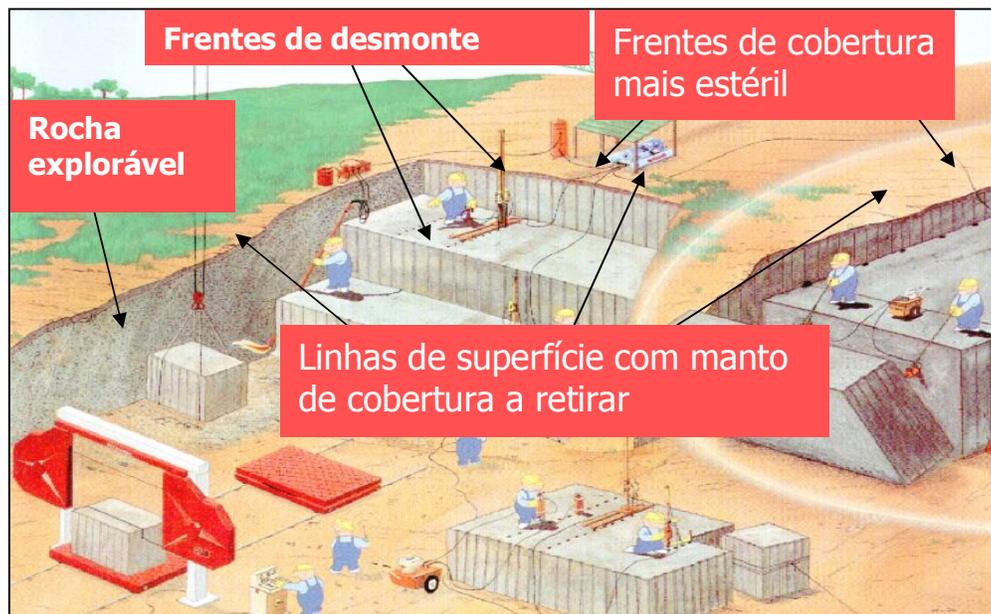
Fig. 2.1 Esquema ilustrativo do desmorte em flanco de encosta. Modificado de CICCUC (2005).

Nas explorações a céu aberto as dimensões das bancadas devem ser uma garantia de execução segura das manobras nas seguintes condições:

- cuidado na altura dos degraus;
- na base de cada bancada deve existir um patamar, com largura, para permitir a segurança da execução dos trabalhos e a circulação dos trabalhadores, não podendo na configuração final esta largura ser inferior a 3 m, tendo em vista os trabalhos de recuperação;
- os trabalhos de arranque numa bancada só devem ser retomados depois de retirados os escombros provenientes do arranque anterior, de forma a deixar limpos as suas bases.

Dois métodos de desmonte a céu aberto são usados para extracção de rochas ornamentais:

- Flanco de encosta;
- Corta (abaixo da superfície\_ Fig. 2.2).



**Fig. 2.2** Esquema ilustrativo do desmonte em corta. Modificado de CICCUC (20005).

O método de desmonte está essencialmente dependente das características da exploração, pelo que o método usado para explorações de rocha ornamental será completamente diferente do usado em explorações de rochas industriais.

Assim, dado o facto de as operações inerentes ao método de desmonte dos dois tipos de exploração serem diferentes, optou-se por tratá-los separadamente.

## 2.4 Caracterização da lavra de rocha ornamental

Nas explorações de rocha ornamental é programado o desmonte de blocos primários, blocos esses que são definidos consoante as características estruturais do maciço, pelas produções requeridas, mão-de-obra e equipamentos disponíveis DMP-IGM (1999).

Entende-se por tempo de desmonte de um bloco primário o tempo necessário à exploração até à retirada completa do estéril e do minério gerado pelo mesmo. A exploração de um bloco primário faz-se em 6 operações fundamentais, as quais se dividem por sua vez em operações secundárias.

Após a limpeza da rocha útil as operações fundamentais desta lavra seguem desta forma:

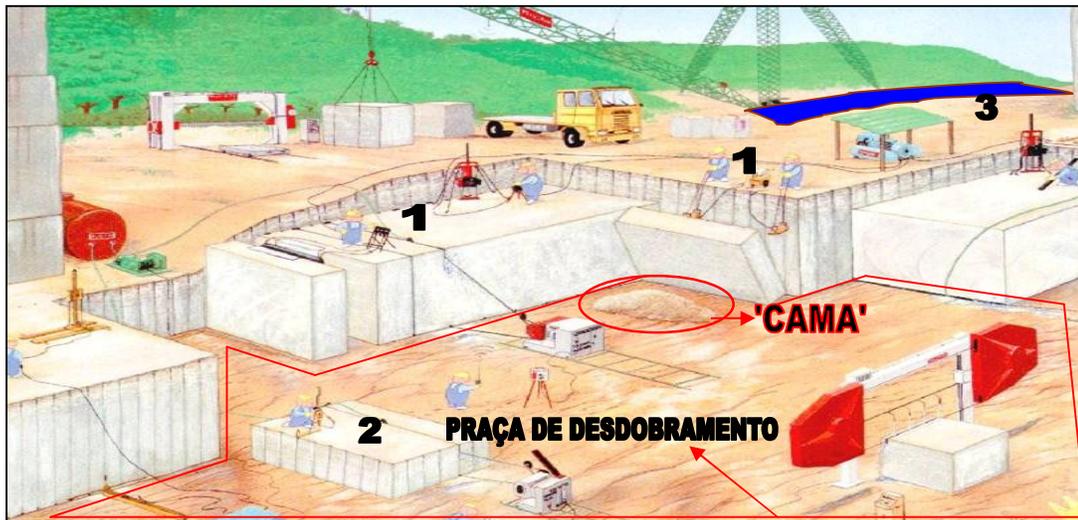
- furação;
- corte;
- extracção;
- derrube;
- esquatejamento; e,
- preparo na individualização dos blocos.

A definição de cada uma das operações deve constar no plano de lavra e tem por objectivo o aproveitamento máximo de blocos de dimensão comercial.

O desmonte inicia-se com a operação de furação (**Fig. 2.3**, ponto 1), sendo os furos realizados com o objectivo de definir materialmente a área do bloco primário e a largura das fatias, esta é a dimensão do bloco a desmontar.

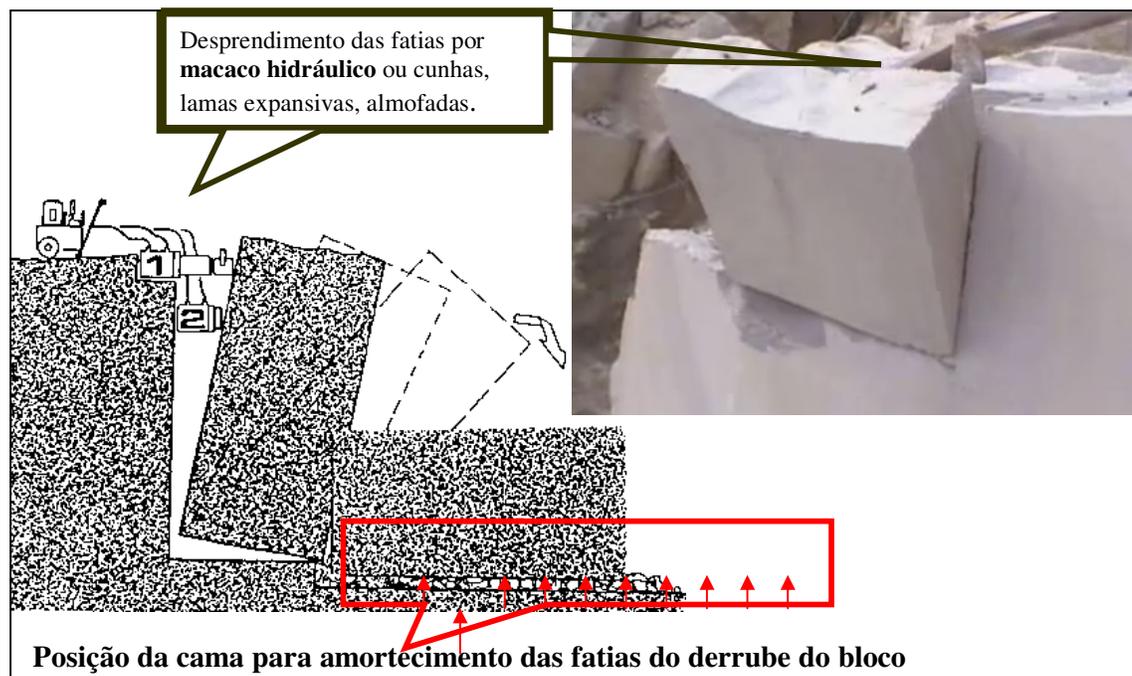
Após a execução dos referidos furos é introduzido o fio helicoidal diamantado, roçadora ou jacto hidráulico com vista à realização do corte de levante (corte de fundo). Em seguida, para individualização do bloco primário, são realizados os cortes laterais.

Uma vez terminada a individualização do bloco primário (pontos de nº 1 da **fig. 2.3**), procede-se ao corte do bloco em fatias que definem o bloco maior transportável, com a operação do seu esquatejamento adaptando-o à medida ideal para a serragem e desdobraimento em placas num tear de serragem (engenho da indústria transformadora) em placas.



**Fig. 2.3** Ilustração de uma pedreira de rocha ornamental. (1=corte primário para desabamento de fatias maiores, 2= esarteamento em corte secundário, 3= vias de transporte dos blocos. Modificado de CICCUC (2005).

O derrube de uma fatia é realizado com o auxílio de cunhas, lama expansiva, almofada ou macaco hidráulico, que originam o desequilíbrio da fatia até esta cair numa "cama" previamente realizada (Fig. 2.4). Este cuidado funciona como amortecedor de impacto na queda da fatia derrubada, minimizando a quantidade de fracturas (mantendo o padrão estético e de sanidade por todo o produto) induzidas pelo choque, e vai ajudar operação futura de esarteamento. A cama pode ser construída com terra, fragmentos de rochas e pneus velhos.



**Fig. 2.4 e Foto 2.1** Ilustração com detalha a posição de uma 'cama' para amortecimento das fatias primárias do derrube, retratado no seu exacto momento. Modificado de DMP-IGM (1999).

Pelo facto de os blocos apresentarem dimensões e formas muito variadas, torna-se necessário efectuar uma operação de preparo. Esta operação é crucial no posterior aproveitamento industrial dos blocos e consiste no esquadramento que é influenciado pelas características do sistema de fracturas do bloco, operações anteriores e posteriores, e pelo mercado. Esta etapa da indústria marca o seu correcto planeamento integrado entre as etapas de extracção e serragem da indústria extractiva de rocha ornamental.

O desmonte termina com a limpeza da frente retirando-se o estéril para a 'escombreira, serviço que pode ser executado com o recurso à pá carregadora, e elevando o blocos para o parque depósito por grua ou *dumper*.

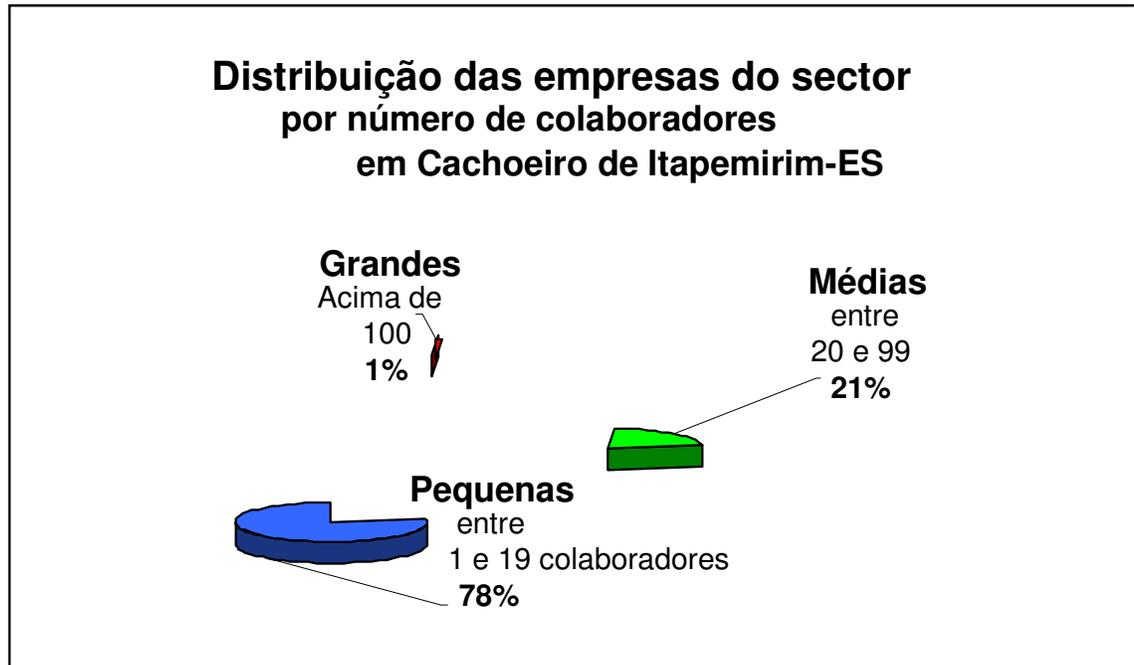
## 2.5 Panorama geral do sector

Segundo SOBREIRO& VIEIRA (2001) a análise dos mercados finais de rochas ornamentais deve ter em consideração a sua notável variabilidade, implicando uma maior atenção à viabilidade de cada investimento extractivo. A exemplo do que acontece no caso dos inertes, as rochas ornamentais podem ser encontradas em praticamente todas as regiões da Europa. Isto também ocorreu ao famoso mármore italiano e grego, ao calcário belga e irlandês, à ardósia em Gales, Bretanha e Portugal, ao granito no Oeste e Sul de França e Espanha, ao arenito e calcário alemão, etc. A Itália permaneceu, até 1999, como o principal produtor europeu de blocos de rochas ornamentais (com 8 milhões de toneladas ao ano) seguida da Espanha, Portugal, Grécia e França.

Ocorreu nos últimos anos uma transformação radical no mercado mundial com a chegada de produtos de fora da Europa, principalmente na forma de blocos em bruto. As importações provêm basicamente da Índia (com um crescimento de cerca de 827%, no período entre 1981 a 2000), China e Brasil. Aparecimento de novos 'canais' de comercialização e promoção independentes dos 'canais' promotores tradicionais, a exemplo de mecanismo promocionais de produtos pétreos japoneses aos fins dos anos 80.

O sector das rochas ornamentais caracteriza-se por um grande número de empresas de dimensões inferiores às dos outros sectores da indústria extractiva e o número de empregos a nível local é certamente mais importante. Por exemplo, só no distrito de Massa-Carrara em Itália, existiam cerca de 1247 empresas, conforme EUROPEAN COMMUNITIES (1998) (*In*

BRODKOM, 2000). Outro exemplo que atesta este facto está na proporção distributiva de empresa pelo número de colaboradores no sector em Cachoeiro de Itapemirim-ES (Brasil). Numa amostra representativa entre centenas de empresas que lá actuam vemos que a ampla maioria é de pequenas empresas (entre 1 a 19 colaboradores – SEBRAE-ES, 2004\_ Gráfico 2.2).

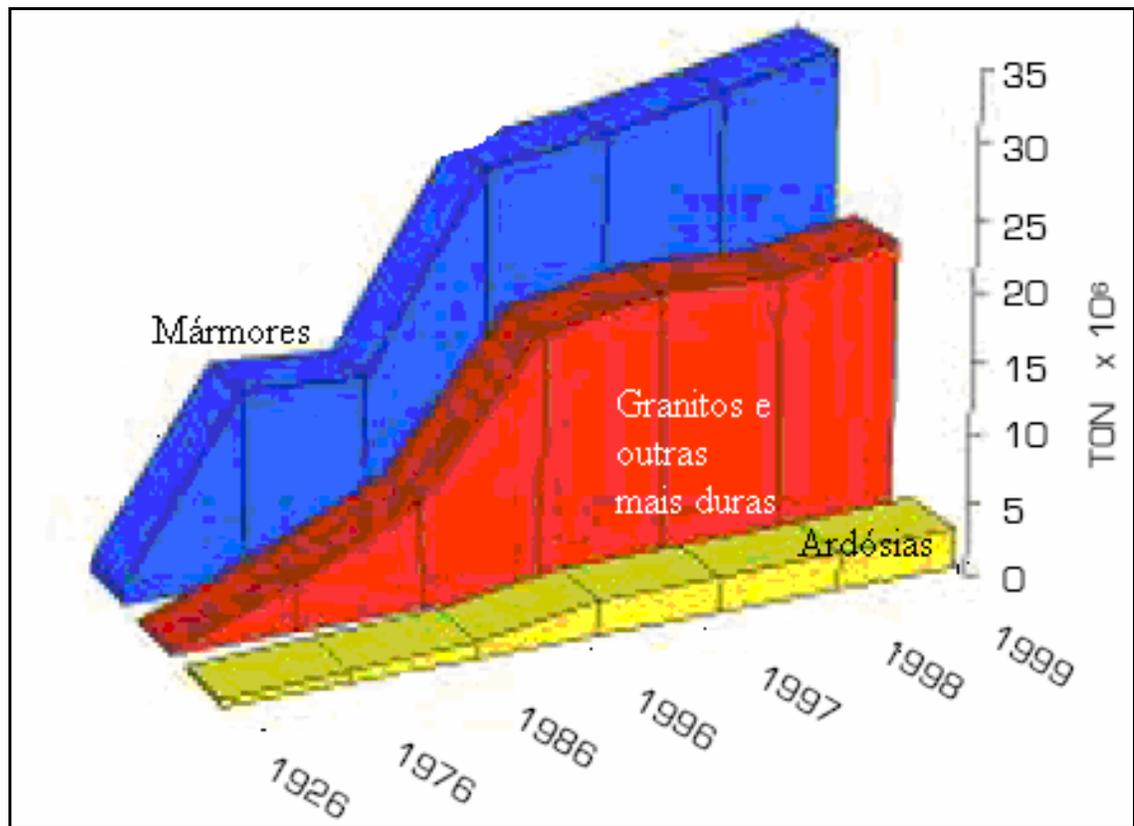


**Gráfico 2.2** Notória participação das pequenas empresas no sector de rochas ornamentais. (SEBRAE-ES, 2004). Elaboração própria.

Para a União Europeia um aspecto importante deste sector no último quartel do século passado foi o seu crescente negócio de exportação, principalmente para a América do Norte e Extremo Oriente. Este sucesso deve-se não só ao próprio material, mas também às indústrias a ele associadas: em meados dos anos 90, o Sudeste Asiático era o mercado mais importante para o sector da extracção e preparação das rochas ornamentais. No acompanhamento da produção mundial no mercado global de rochas ornamentais vemos um enorme crescimento produtivo (**Gráfico 2.3**).

Os usos tradicionais das rochas ornamentais na construção (novos edifícios, remodelações e beneficiação), mobiliário, arte funerária e decoração de interiores são exemplos bem conhecidos. A evolução permanente das tecnologias extractivas levou à maior disponibilização de matérias-primas, enquanto o desenvolvimento das tecnologias e preparação alargou o leque de produtos aos potenciais destinos finais. Existe nova tecnologia

para fazer, por exemplo, placas muito delgadas (de 4 a 28 mm de espessura) de pedra natural que pode ser combinada em painéis encaixados com produtos compostos ou translúcidos.



**Gráfico 2.3.** Evolução da produção mundial de rochas ornamentais no período entre 1926 e 1999 (X 1000 TON), por tipo de rocha Fonte: STONE (2000), extraída de YUZER (2003).

Na Europa, os tradicionais níveis elevados de consumo, a produção em massa, o alto nível de tecnologia na preparação e um mercado de construção centrado na beneficiação e remodelação de imóveis, favorecem o uso da pedra natural. Esta é normalmente vista como um material que aumenta o prestígio dos edifícios, sejam eles de habitação, escritórios ou públicos. Além do mais, usam-se muito as rochas ornamentais em casas antigas, o que ajuda a promover o mercado e a imagem de qualidade dos produtos, conforme NAPOLI & RAGONE (1996) (*In*, BRODKOM, 2000).

Existe ainda uma nítida compartimentação dos países membros, actuantes em distintos planos e cenários (Fig. 2.5). Para efeito de uma melhor compreensão do processo, os actores deste cenário são normalmente agrupados em blocos com características próprias e comuns. Duas super potências destacaram-se, na virada do século passado, de todos os outros países isoladamente: **China e Itália**. Esta mais tradicional e a primeira destacou-se a partir do último

quartel do século XX, contando actualmente com um volume superior a 20 milhões de toneladas. As variações positivas superavam 14% na correspondência de um ano em relação ao seguinte, tendo desta forma, consolidado a sua liderança, em substituição à tradicional vanguarda Italiana, como relata SOBREIRO & VIEIRA (2001).

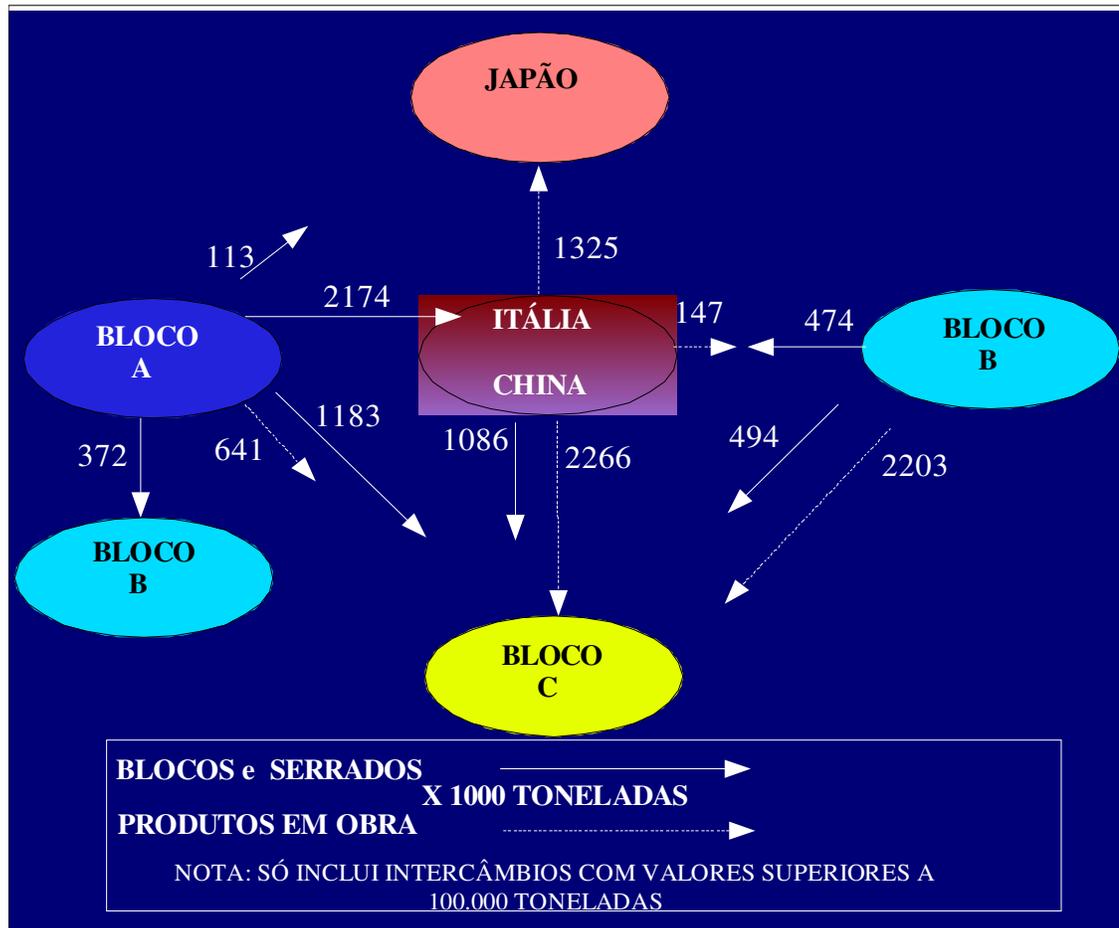
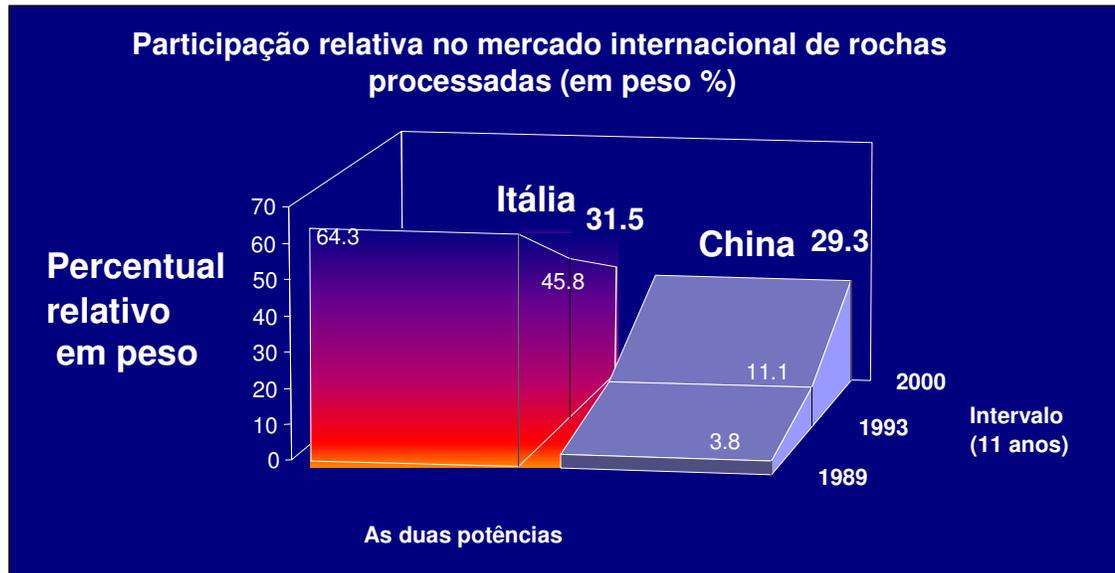


Fig. 2.5 Intercâmbio mundial de rochas ornamentais, em 2000. Modificado de SOBREIRO & VIEIRA (2001).

Em 2000 destacavam-se num **primeiro grupo**, constituído por China e Itália por estarem na última década, entre os maiores produtores e exportadores de rochas ornamentais detendo ambos cerca de 34% da totalidade das exportações. A distribuição da estrutura de produtos é muito semelhante entre estes dois países que fundamentalmente exportam produtos em obra (cerca de 49% do total mundial) e importam produtos em bloco e serrado (cerca de 35% do total mundial-Gráfico 2.4).

O Japão apesar de já não ter o peso que detinha no início da década de 90 em termos de importação de rochas ornamentais, continua a ser por excelência um país importador uma

vez que, ao contrário dos outros países que têm importações bem superiores a si (Itália, Alemanha, Estados Unidos da América e China), apresenta exportações muito pouco significativas no panorama geral (em 2000 perfizeram um total de 16 mil toneladas, correspondentes a cerca de 0,1% do total mundial).

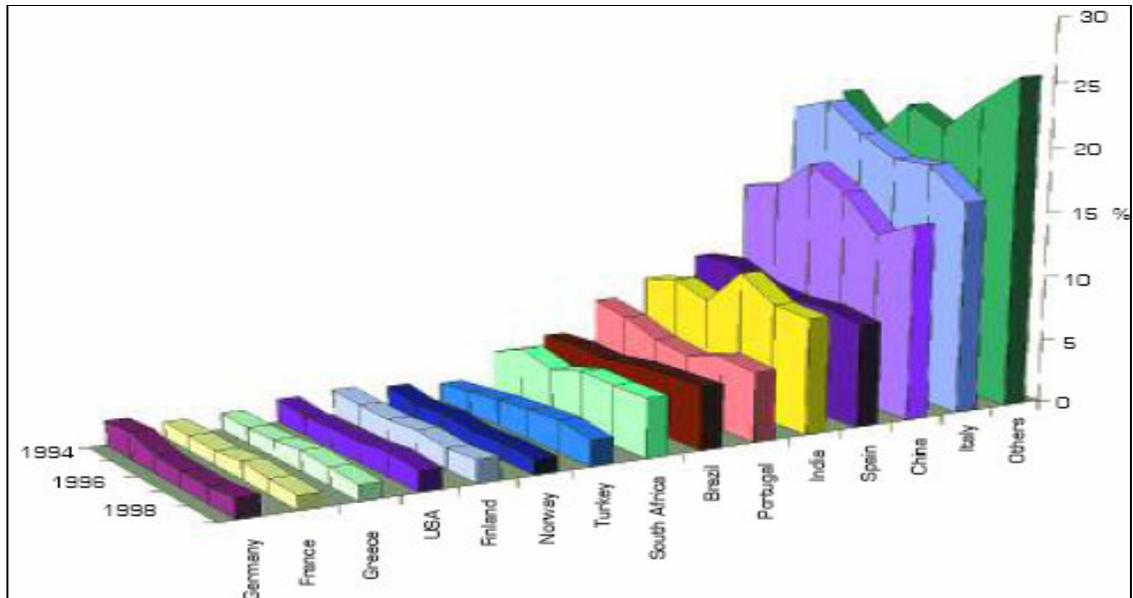


**Gráfico 2.4** Desempenho no mercado de rochas ornamentais elaboradas a nível mundial (% em peso), em 2000.

Fonte: STONE, 2000 e 2001. Modificado de CHIODI (2001). Elaboração própria.

No ano 2000, no que diz respeito às exportações, dois importantes eventos são realçados: a China passou a posicionar-se como líder mundial, tendo ultrapassado a Itália (**Gráfico 2.4** que mostra a evolução dos dados de materiais processados); e a Índia, que ocupa o terceiro lugar, consolidou a sua posição relativamente a Espanha (*cf.* **Gráfico 2.5**, que ainda contempla dados anteriores a 2000).

Em Espanha, os valores declarados em 2000 pelos produtores de granito, permitem obter uma valorização na ‘*boca-da-mina*’ (FOB) para a esta rocha, muito inferior à real, já que rondava os 46 €/T, quando o valor médio do granito bruto exportado tem sido de 85€t e deste produto importado de 190 €/T. Provavelmente, um valor médio de cerca de 80 €t pode ser um preço mais realista para o granito negociado junto à pedreira, na opinião de SOBREIRO & VIEIRA (2001).



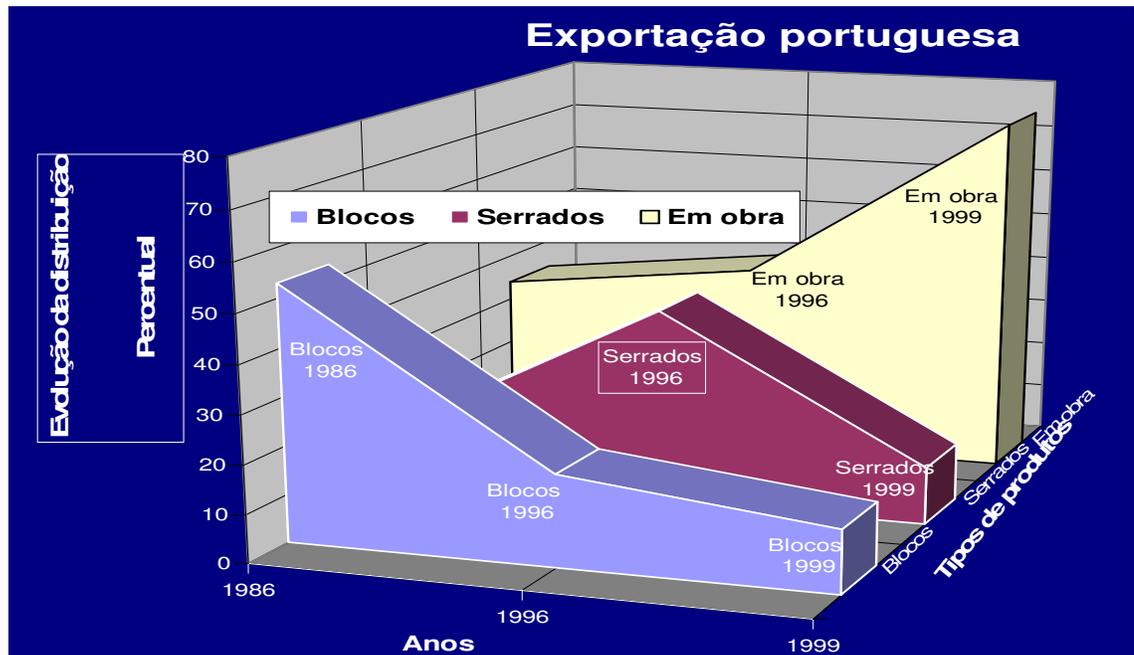
**Gráfico 2.5** Percentual por valor total das rochas ornamentais, exportação entre 1994 e 1999. Fonte: STONE (2000), em YÜZER (2003).

Nas exportações mundiais, os seis países principais que registavam vendas superiores a 1 milhão de toneladas têm-se mantido sempre os mesmos. Sendo eles, por ordem de importância, a China, a Itália, a Índia, a Espanha, Portugal e Brasil. Estes seis países concentravam em 2000 ainda mais a totalidade das exportações, alcançando cerca de 63,1 %, em contraste com os 59,4% do ano anterior (Gráfico 2.5, ainda com dados de 1999).

O **Bloco A** representa os países que, apesar de exportarem pequenas quantidades de produtos acabados (denominação para materiais em obra ou elaborado), exportam fundamentalmente material em bloco e serrado. À medida que estes países fortalecem os seus mercados nacionais, tendem a passar para o Grupo B. Dentro deste grupo incluíam-se a Índia, o Irão (nomeadamente estes 2 primeiros) a África do Sul, o Brasil, a Finlândia, a Noruega, a Ucrânia a Suécia e a Grécia, que representam cerca de 43% da totalidade das exportações de blocos e serrados.

O **Bloco B** é constituído por países que têm importantes produções e algumas exportações de material em bruto, mas fundamentalmente exportam cada vez mais produtos de maior valor acrescentado, como seja a obra. Dentro deste grupo inclui-se Portugal, Espanha, Canadá, Turquia, Polónia, República Checa e México. Com a excepção de Portugal e Espanha, que são grandes exportadores de material em obra (o Gráfico 2.6 ilustra esta tendência evolutiva da exportação portuguesa) estes 7 países representavam na virada do século cerca de 18% do total mundial destes produtos, não tendo nenhum destes alcançado

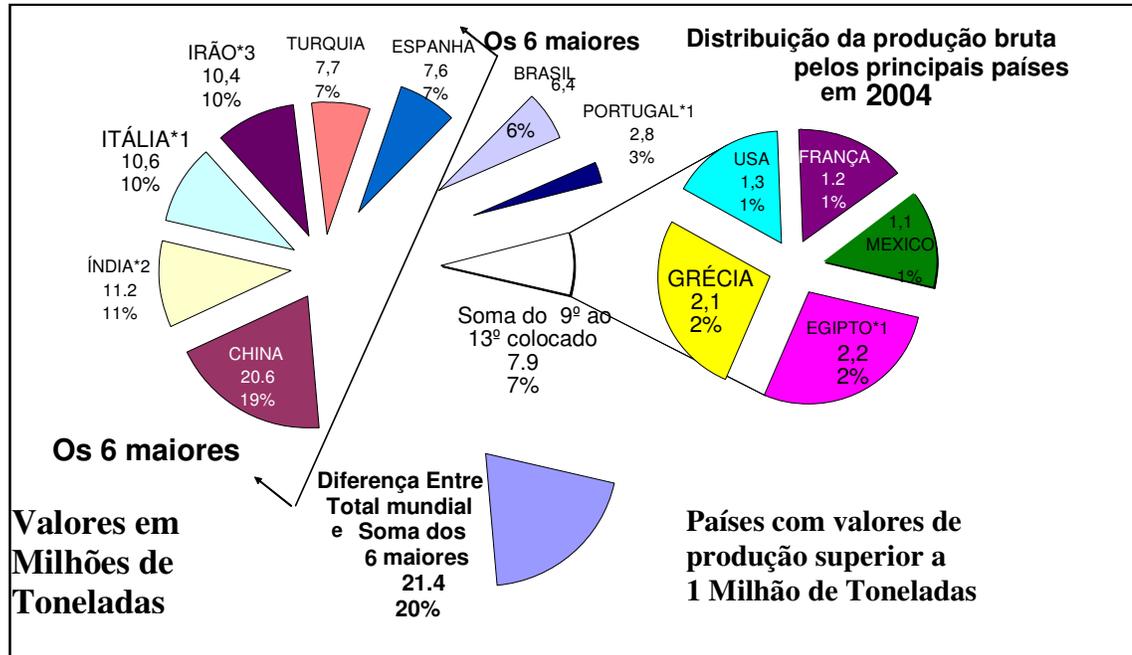
ainda grandes níveis comerciais, encontrando-se o grau de penetração dos seus produtos bastante localizado.



**Gráfico 2.6** Evolução da exportação de pedra ornamental natural portuguesa conforme os tipos de produtos, comparação entre os anos 1986, 1996 e 1999. (Elaborado a partir dos dados de MOURA, 2001).

Oitava potência mundial em termos de produção de rochas ornamentais, mas a primeira quando se considera a produção *percapita*, Portugal, mais uma vez em 2000 já tinha alcançado novos valores máximos de produção, transformação e exportação tendo-se verificado, deste modo, uma recuperação do consumo interno depois da queda alcançada no final da EXPO 98. A actualização desta produção para 2004 mostra valores de produção bruta da ordem de 2,8 milhões de toneladas (Gráfico 2.7).

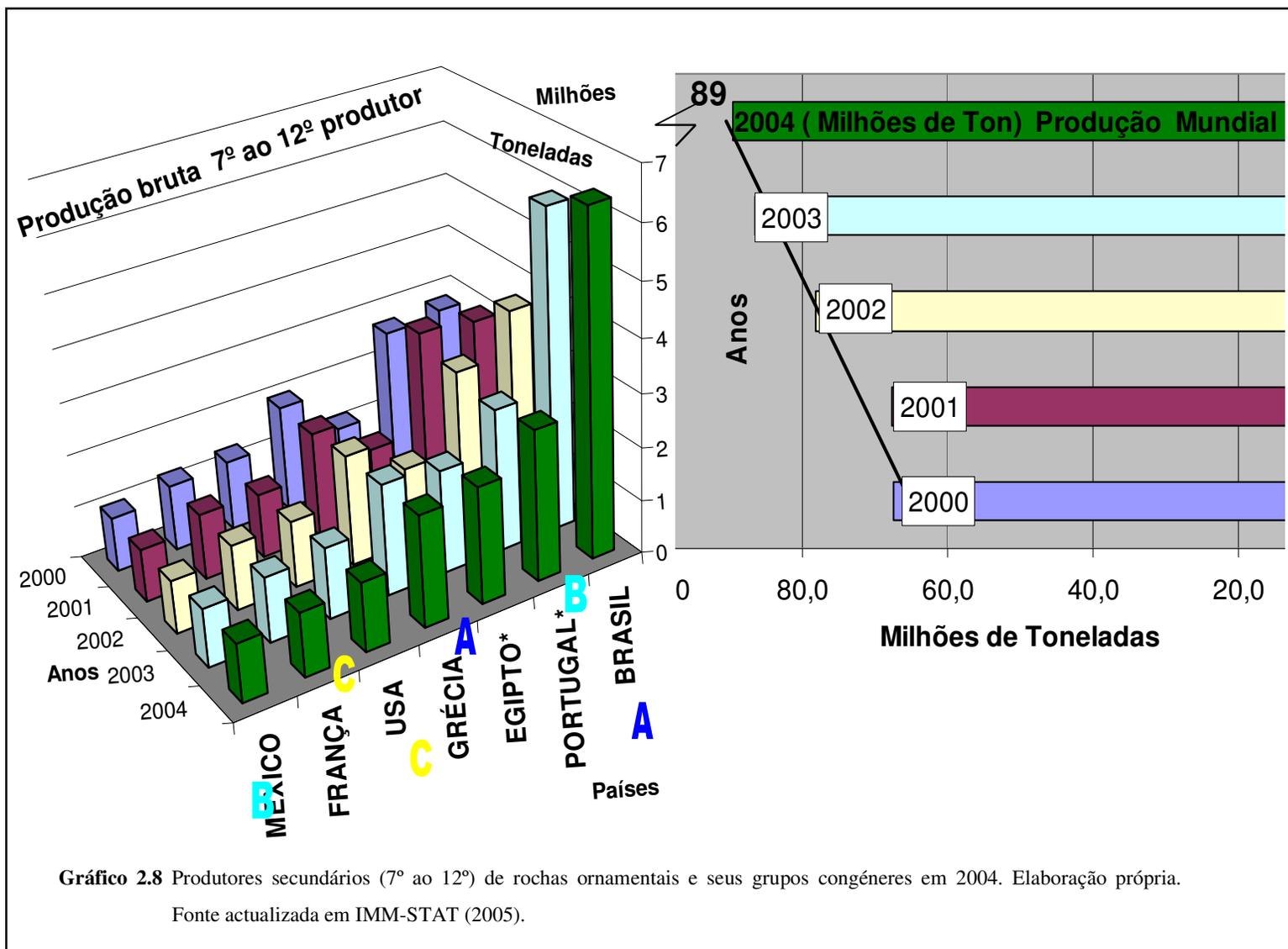
Em termos mundiais, o sector das rochas ornamentais em Portugal destaca-se, principalmente, devido à sua grande vocação para a produção e exportação de pedra natural talhada para calcetamento apesar de em 2000 ter perdido a liderança destes produtos para a China. Nesta altura a produção destas rochas, em termos nacionais, representa cerca de 34% do total da produção de rochas ornamentais portuguesas. A produção nacional de mármore e outras rochas carbonatadas representa 33% do volume total de rochas ornamentais portuguesas, seguindo-se os granitos e rochas similares com 31% e, por último, as ardósias, com cerca de 2%.



**Gráfico 2.7** Valores de participação mundial dos países com produção maior que 1.000.000 de toneladas. Fonte: IMM-STAT (2005). Elaboração própria.

A análise da competitividade deste sector industrial mostra que Portugal reúne condições para um papel de maior destaque a nível internacional, numa análise comparativa entre seus parceiros do grupo B (gráfico 2.8) seu posicionamento característico pode ser bem aproveitada. MENDES (2001, pp. 240) considera que a posição competitiva na extracção e transformação tem, contudo um insuficiente apoio no domínio da produção de bens de equipamento para a indústria (esta estratégia tem sido bem seguida pela Itália no pleno desenvolvimento do conceito de *'cluster'* das rochas ornamentais).

Portugal ainda figurava em 2000 entre os 5 maiores produtores de pedra natural e, a nível comunitário integrava o grupo de países que globalmente representam cerca de 90% da produção oriunda da União Europeia (cf. COM/2000/265/final, citada em BRODKOM, 2000). Como efeito interno a nível nacional, o subsector das massas minerais passou a representar mais de 50% do valor total da produção ou das exportações de substâncias minerais de origem portuguesa. Em 1999, tal percentagem foi de cerca de 64%, segundo dados do Relatório do actual INETI (*ex-* IGM), publicados em 2000.

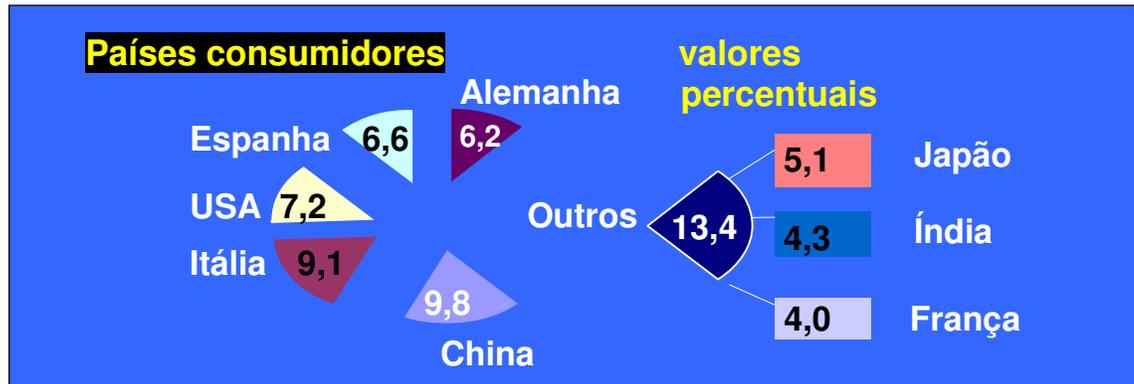


**Gráfico 2.8** Produtores secundários (7º ao 12º) de rochas ornamentais e seus grupos congêneres em 2004. Elaboração própria.

Fonte actualizada em IMM-STAT (2005).



Os Estados Unidos e a Alemanha são, conforme se pode observar no **Gráfico 2.10**, respectivamente o segundo e o terceiro maiores importadores de rochas ornamentais, apenas ultrapassados pela China e pela Itália, mas os primeiros quando se considera apenas a importação de produtos em obra.



**Gráfico 2.10** Participação percentual dos principais países consumidores, elaborado a partir dos dados de: SOBREIRO & VIEIRA (2001).

MENDES (2001, pp. 238) afirma que o incremento da exploração de rochas ornamentais deverá ser baseado na utilização intensiva da extração sob novas e melhores tecnologias disponíveis, como apoio de estratégias concorrentes de 'marketing', comercialização e globalização empresarial.

Desta forma, a ciência e a técnica aliadas a uma mudança de atitude empresarial na aplicação de processos de produção mais eficazes e fundamentalmente mais limpos, podem desempenhar um papel importante e assim contribuir para um modelo de desenvolvimento com benefícios económicos e ambientais, também para DINIS *et al.* (1998).

### 3 Ambiente

*“Vivemos numa frágil e pequena esfera azul,  
parcialmente envolta nos brancos farrapos das nuvens”,  
onde “reside tudo o que temos,  
o ar e a água que respiramos e bebemos.”*  
GALOPIM DE CARVALHO, 1996.

*“ O ambiente pertence a uma daquelas categorias  
cujo conteúdo é mais fácil de intuir do que definir,  
tal a sua riqueza de conteúdo e  
a dificuldade da sua classificação.”*  
COLAÇO ANTUNES, 1998.

### 3.1 Seu amplo conceito

Ao tentar cercar um assunto que envolve o termo **ambiente** percebe-se desde logo tratar-se de uma questão multifacetada, que reúne vários aspectos sob diversos pontos de vista, em diferentes ramos e vertentes do conhecimento. Pela sua própria dinâmica e pelo seu desenvolvimento e evolução de sentido.

Em termos etimológicos o ambiente evoca os lugares, os **espaços** e o conjunto de elementos naturais e artificiais exteriores à pessoa, nos quais o Homem vive e se exprime. Assim, parece ser possível considerar que o ambiente se identifique com os espaços e com aquilo que eles ‘contêm’, com relevo para a vida do Homem (ANTUNES, 1998).

De uma visão inicial mais panorâmica e abrangente, para alcançar a citação de uma vasta listagem de ciências ramificadas. Temos as mais variadas referências que suportam aquilo que consideramos como uma aposta na destacada posição do papel do geólogo no seu desempenho profissional, aqui defendido, pela sua própria maneira de estudar e compreender a génese do espaço em que actua, lhe confere uma privilegiada noção de ambiente.

Num estudo multifacetado desta natureza, a questão do ambiente é aqui reflectida numa terminologia interdisciplinar e multidisciplinar, vasta e própria, como se pode analisar na representação esquemática da **Fig. 3.1**, modificada de O’RIORDAN (1995, pp. 11). Várias ferramentas de estudo, análise e avaliação de impacto ambiental, estão envolvidas num trabalho destes MARTINS (1998) cita três metodologias distintas tais como, a Matriz de análise multidisciplinar de LEOPOLD (*et. al.* 1971) mais qualitativa e com magnitude intercalar, o método LESA (Local Environmental Sensitivity Program) e um modelo do instituto norte-americano Batelle-Columbus (mais quantitativo), um exemplo muito conhecido de listagem de controle peso-escalar onde pesos são atribuídos a 78 parâmetros ambientais, por uma equipa multidisciplinar, usando o método fraccionário ABDON (2004).

As metodologias servem para a simulação e adequação das diferentes ferramentas de trabalho de cada profissional, ligado às ciências ambientais e à realidade deparada em campo (como também relata MOREIRA, 1994 a). Ou seja, a realidade não é apenas geológica, biológica ou social mas um conjunto ‘holístico’ e real que só faz sentido como conjunto interactivo e mútuo.

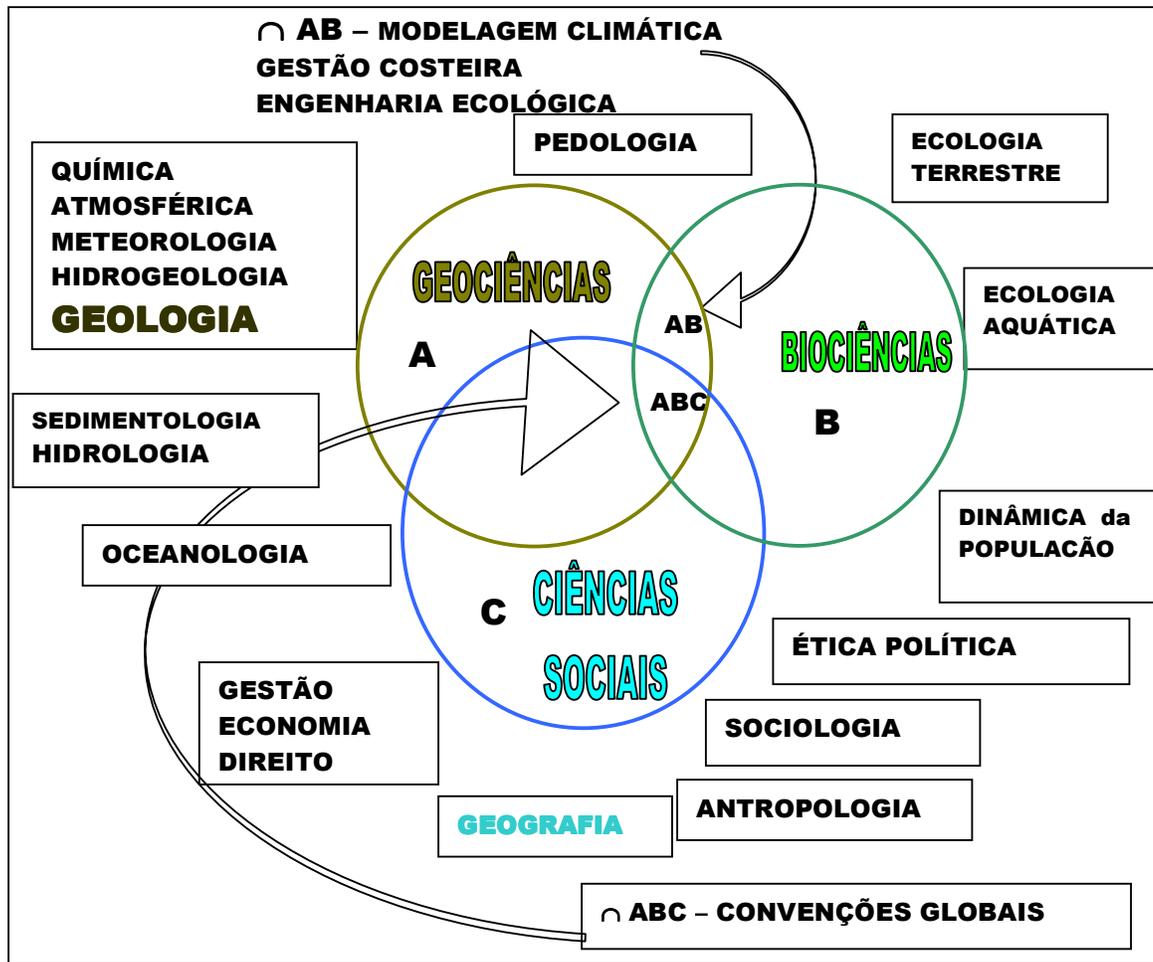


Fig. 3.1 Um amplo espectro de ramificações científicas que dá suporte aos estudos ambientais. Modificado de O'RIORDAN (1995, pp. 11).

Uma sólida base de estudo serve de base como fundamento de uma trilogia científica (Geociências, Biociências e Ciências Sociais) em que a Geologia se realça e valoriza a Geosfera. Como Ciência Natural e da Terra, nomeadamente tudo que se refere ao actual conceito de desenvolvimento, que nos dias de hoje possui um “conteúdo essencialmente ético, referindo-se a uma evolução no sentido dos ‘valores’ que a **sociedade**, as instituições ou os indivíduos, consoante o âmbito da sua aplicação, consideram desejáveis”, descrito em (COSTA, 1999). Dito isto, é que podemos perceber a importância de incrementar novos valores aplicados a esta ramificação do conhecimento geológico.

### 3.2 As percepções sobre o tema

Este conhecimento do ambiente e os problemas que o perturbam são na verdade, um produto socialmente formulado. Isto apoia-se ainda naquilo que HANNIGAN (2000) salienta como facto de nossa compreensão dos problemas ambientais ser em si própria, “uma construção social que se situa numa variedade de experiências negociadas”. Em vez de uma entidade permanente, o meio ambiente é um conceito muito fluente, visto que é culturalmente baseado e socialmente contestado. Na verdade, existem múltiplas formas de representar a natureza e o ambiente partindo do **senso comum** (intuição, tradição e autoridade) e passando pelo **científico** (reconhecido como de: neutralidade, recolha de dados, registável e de evidência verificável, BRANDÃO, 2002), solidificando-se nos **regulamentos legais** (Fig. 3.2) e chega, por vezes, até a atingir o mítico!

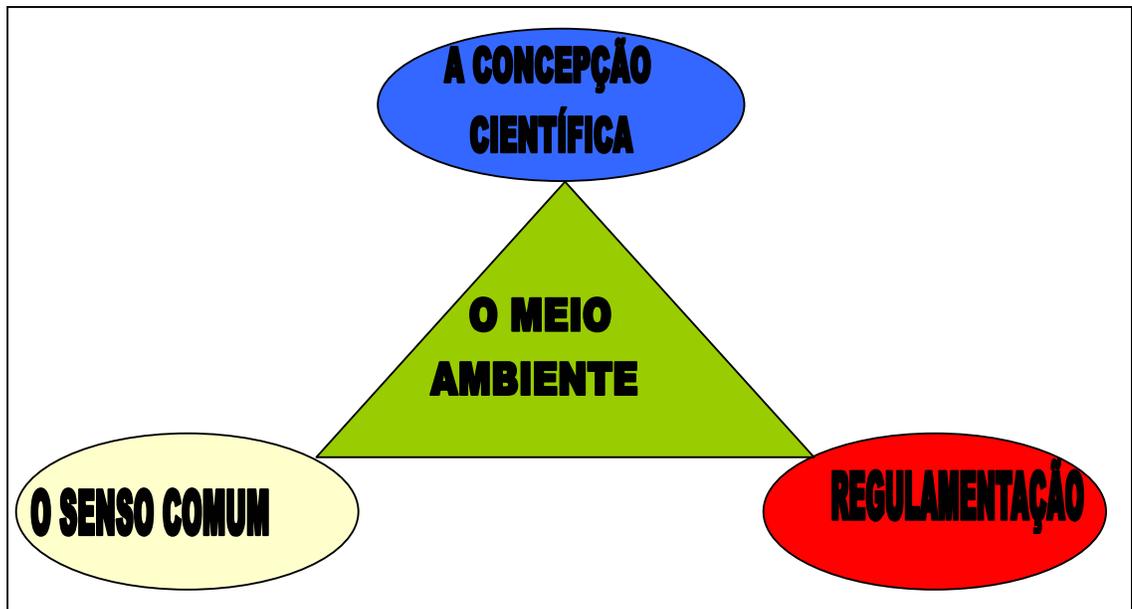


Fig. 3.2 Representação gráfica duma trilogia para abordar e cercar um estudo de impacto ambiental.

ZOLCSAK (2002, pp. 29) também cita KUHN (1962) para frisar que a construção e valorização da ciência no conhecimento sobre o ambiente está no desenvolvimento da concepção sobre conhecimento científico que se denomina **construtivismo** na qual os preceitos científicos não são dados nem têm uma existência independente dos sujeitos, mas são construções sociais, com génese e desenvolvimento. Esta concepção pode aqui ser ligada ao construtivismo social, onde a ciência é concebida como um conjunto de práticas sociais como qualquer outro sistema, como as políticas públicas.

O citado autor ainda afirma que a epistemologia mostra que por meio do conhecimento construído se obtém um acesso epistémico à realidade construída. Utiliza o conceito de ‘marco conceptual’, ‘esquema conceptual’ e ‘**paradigma**’ indistintamente como conjuntos de elementos conceptuais que são pré condição para se ter crenças podendo haver aprendizagem de paradigmas. A tese ontológica do construtivismo traz a análise de objectos existentes (que aqui podemos aplicar ao meio ambiente) no mundo não depende só dos objectos, mas também da linguagem (veja, adiante, no **Cap. 7** a interferência intencional nesta linguagem) ou do marco conceptual que se utiliza porque depende da noção de objectos na linguagem ou no marco conceptual utilizado.

As percepções do público no que se refere ao ambiente, ao seu **risco** e dos seus níveis de gravidade são nesta óptica “simulações colectivas”, conforme DOUGLAS & WILDAVSKY (1982, pp. 186, citado em HANNIGAN, 2000). Por isso, nenhuma definição de risco é intrinsecamente correcta, todas são parciais, visto que as exigências que competem a cada uma das diferentes culturas “conferem significados diferentes a situações, a acontecimentos, objectos e especialmente relações” (HANNIGAN, 2000, pp. 125, baseado em DAKE, 1992, pp. 27). A bibliografia, científica ou não, sobre as questões ambientais aumenta exponencialmente e até ao domínio político chegam os reflexos desta preocupação, com o crescente surgimento de organizações não governamentais e ambientalistas.

A partir dos anos sessenta e início dos setenta começa a ocorrer uma maior preocupação com as questões ambientais e com os problemas decorrentes da interacção, cada vez em maior escala, do Homem com a natureza. Desde então tornam-se mais frequentes as reuniões nacionais e internacionais de técnicos e cientistas para discussão dos problemas e políticas a adoptar; em vários campos de pesquisa surgem estudos desenvolvendo metodologias para abordar os problemas existentes; muitos países criam políticas ambientais.

Naquela época, o mito da prepotência do homem ser invencível já havia sido superado, os cientistas reconheciam que a visão antropocêntrica de utilização de recursos naturais eram já ultrapassadas. O mau uso dos recursos naturais passou a pôr em perigo sua própria capacidade de lutar e sobreviver (cf. COATES, 1981).

Em 1987 a comissão *World Business Council for Sustainable Development* (WBCSD), propôs o conceito de **Desenvolvimento Sustentável**: "um modelo de desenvolvimento que permite às gerações presentes satisfazer as suas necessidades sem pôr em risco a possibilidade das gerações futuras virem a satisfazer as suas próprias necessidades", que ficou conhecido

como o Relatório de Brundtland e cujas linhas gerais são ainda as actualmente adoptadas. COSTA (1999) e MAGNO (2001) que ainda apontam fases históricas de sequências marcadas por alguns eventos e etapas de envergadura político-institucional, mostradas na Fig. 3.3.

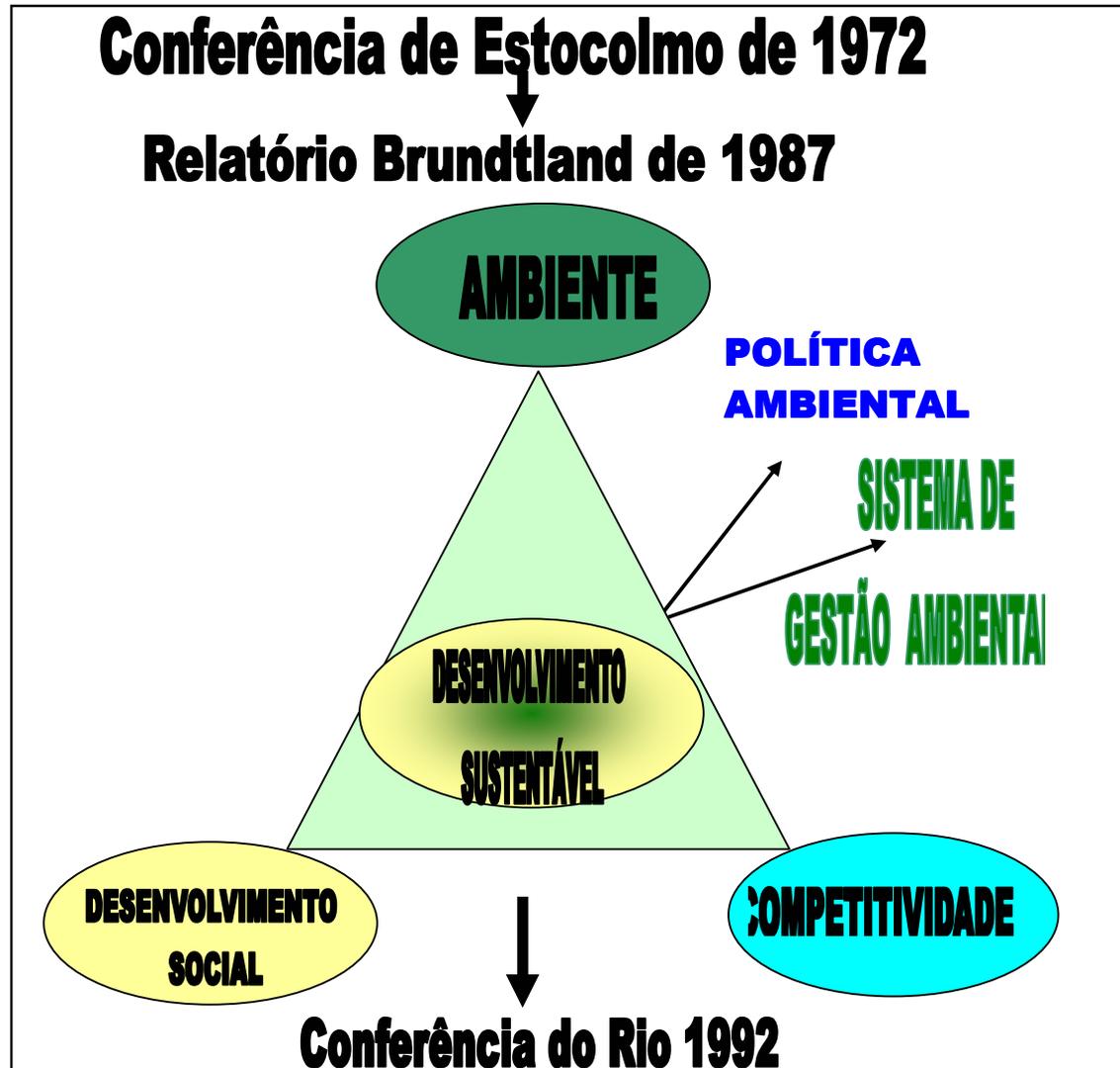


Fig. 3.3 Sequência de eventos históricos que marcaram e alteraram os rumos sócio-políticos pelo mundo, compilados de MAGNO (2001) e adaptados de COSTA (1999).

### 3.3 A Geologia e o Ambiente

O estudo dos aspectos geológicos que estabelecem o equilíbrio entre o desenvolvimento de toda a cadeia produtiva mineral e a boas práticas de preservação (ditas ‘preservacionistas’), na melhoria das condições de gestão, está inserido num ramo maior das Geociências, denominado **Geologia Ambiental** ou **Geologia do Ambiente**. Esta, por sua vez,

não é mais do que um capítulo das Ciências do Ambiente e tomou forma a partir da compreensão do papel da geologia no contexto das ciências ambientais e da consciência de que a exploração dos recursos existentes, territoriais, minerais, hídricos e energéticos, deve ser equilibrada e harmónica. Entretanto, a definição de geologia ambiental tem sido uma tarefa difícil ao longo dos anos, pois a aplicação do termo ambiental para este novo ramo da geologia recebeu críticas desde o princípio, sob a alegação de redundância (cf. SOBREIRA, 1995 baseado em d'ORSI, 1992).

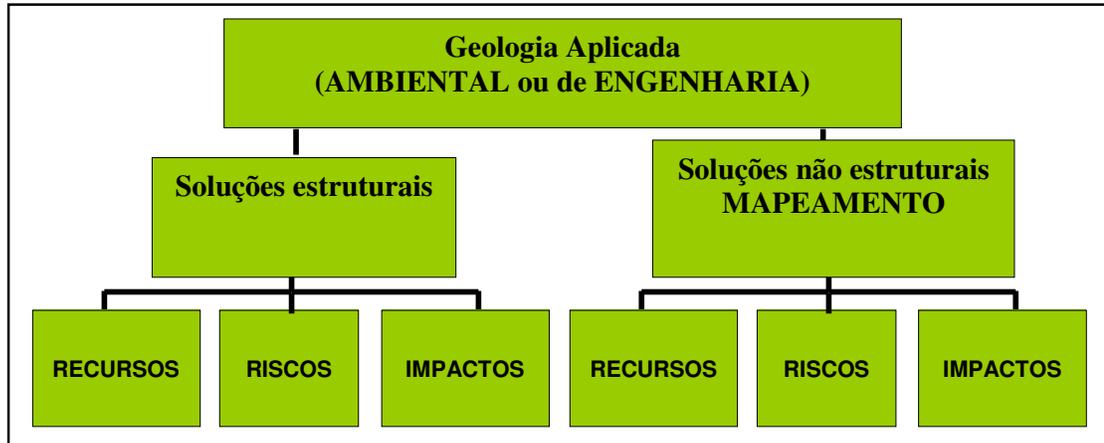
No caso da Geologia aplicada ao meio ambiente, o profissional age como um cientista da natureza desenvolvendo suas atribuições, no uso de recursos próprios da sua formação académica, para a adequação da actividade mineira aos novos paradigmas da sustentabilidade ambiental.

Apoiado em COATES (1981), SOBREIRA (1995) afirma que o termo geologia ambiental foi empregue pela primeira vez por BETZ (1975), mas os problemas de que trata este ramo das Geociências foram desde há séculos preocupações do homem e foram analisados por investigadores de várias especialidades, que consideram o homem como 'agente degradante' do ambiente.

SOBREIRA (1995) recorda que “a construção de grandes estruturas de mineração, com as consequentes alterações locais e regionais, como a criação de grandes lagos, mudanças na topografia e no regime hídrico, supressão da cobertura vegetal, etc. trazem, num curto espaço de tempo, alterações que a natureza levaria anos para concretizar. Neste contexto, grandes alterações no ambiente natural, com a crescente impermeabilização dos terrenos, provocam modificações na temperatura local, alterações na rede de drenagem, etc. – além de muitos outros problemas decorrentes de grandes explorações mineiras a céu-aberto”.

Na citação dos trabalhos de AYALA CARCEDO (1988), SOBREIRA (1995) afirma que a “Geologia Ambiental é a única abordagem que enlaça integralmente o conjunto das ciências geológicas com a cultura e a história, e obviamente com a **sociedade** e suas necessidades”. Para estes autores, existe uma relação necessária entre a Geologia Ambiental e a Geologia de Engenharia para a resolução de problemas de componentes fundamentalmente geoambientais, seja na produção de soluções não estruturais preventivas, seja em alternativas estruturais.

As soluções referidas resumem-se em 3 campos básicos: **recursos**, **riscos** e **impactos ambientais**. A integração dos problemas de meio ambiente visualizada na Fig. 3.4, onde podemos ver o desdobramento da componente geológica (OLIVEIRA, 2005a).



**Fig. 3.4** Enfoque técnico-científico integrado dos problemas do meio ambiente de componente geológica conforme AYALA CARCEDO (1988), citado em SOBREIRA (1995).

Os geólogos que trabalham a componente ambiental, desenvolvem esta ramificação científica e têm como objectivos globais fornecer uma “orientação básica que permita o uso do meio físico de modo óptimo e na máxima segurança possível para as populações, frente aos perigos e riscos naturais” transcrito de (SOBREIRA, 1995), possibilitando o melhor aproveitamento dos recursos naturais num mínimo de desequilíbrio ambiental, além de fornecer subsídios para a recuperação de áreas degradadas contribuindo para um uso futuro. De forma mais genérica, pode-se dizer que os estudos objectivando o planeamento e ordenamento territorial (**mapeamento**), a análise dos perigos e **riscos** naturais e os estudos de **impactos** ambientais e sua recuperação formam, portanto, os três grandes ramos que compõem a investigação de natureza geoambiental.

A Geologia tem um papel preponderante na defesa do ambiente. O reconhecimento de tal facto é a razão por que esta ciência tem sido cada vez mais solicitada para intervir nesta matéria, pois só ela pode definir os condicionalismos ligados às formações geológicas, argumenta REBELO (1999, pp. 24).

São várias as definições de geologia ambiental. A definição segundo FLAWN (1970) foi talvez a primeira que norteou os passos seguintes de uma então recente ramificação científica, dizendo ser a Geologia Ambiental a ciência que deve estudar e apresentar soluções

para os problemas que o homem possa enfrentar ao fazer o uso do solo, e para os problemas advindos da reacção do solo a este uso.

Publicações	Geologia Ambiental
➤ Referências	☞ Conceituação /Afirmção
COATES (1981)	a aplicação prática de um 'colégio' de muitas sub disciplinas geológicas a serviço da sociedade, sendo uma multidisciplina com carácter interdisciplinar
CARVALHO (1982)	o domínio da geologia que aproveita os respectivos conteúdos e dados analíticos das várias ciências da terra para a protecção e melhor aproveitamento dos recursos naturais, de modo que a qualidade de vida da humanidade seja protegida e melhorada.
AYALA CARCEDO (1988)	a ciência geológica fronteira com as ciências ambientais, cujo objectivo é o conhecimento dos sistemas ambientais, terras e águas continentais, com vista à compreensão do meio ambiente e, em cooperação com a geologia de engenharia e as ciências e tecnologias ambientais, ao seu aproveitamento racional e conservação.
FREITAS (1990)	parte das ciências da terra dirigida sobretudo para a resolução de problemas ambientais que derivam de uma utilização intensa da superfície terrestre por parte do homem.

**Quadro 3.1** Algumas das primeiras abordagens da geologia ambiental, até fins do século passado.

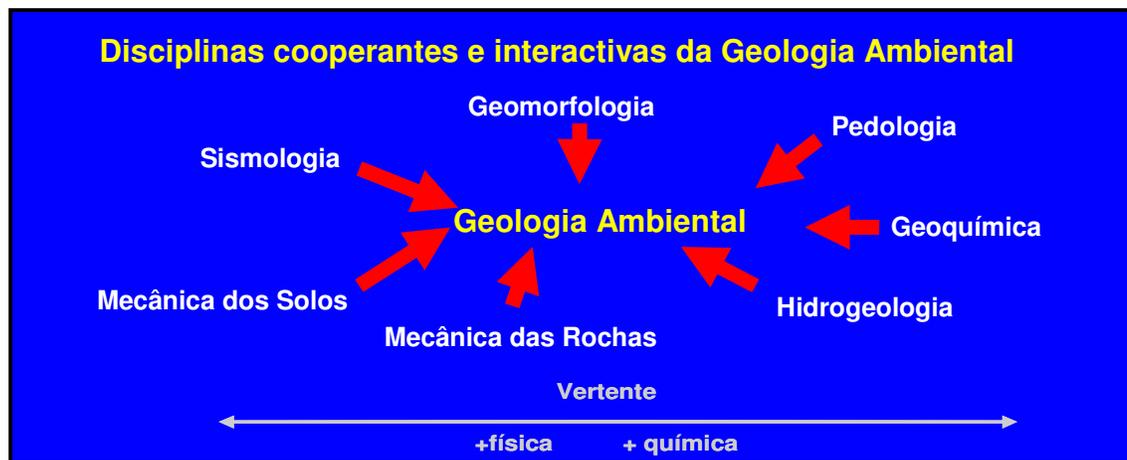
Muitas ainda podem ser as definições para esta nova ramificação das Geociências encontradas na literatura e estas variam de autor para autor e pesquisadores. Que a identificam como um estudo de processos que afectam as actividades humanas, de modo directo e/ou indirecto e das suas condições actuantes sobre os processos de produção extractiva mineral. Outras definições foram apresentadas em SOBREIRA (1995, pp. 11- **Quadro 3.1**).

Concisamente, elas convergem no que respeita à aplicação dos conhecimentos geológicos do homem nos seus objectivos de melhorar a gestão ambiental no mundo em que vivemos, através de um processo gradual que envolve a busca de uma sequência salutar: **consciência ➤ conservação ➤ preservação ➤ recuperação ➤ reabilitação.**

### 3.4 O objecto de estudo

COSTA (1998) aponta o factor ambiente como um elemento nuclear numa ‘nova indústria’, o que justifica a importância atribuída ao desenvolvimento de uma abordagem metodológica e sistémica, aqui defendida, para defrontar a questão. Diversas versões e trabalhos científicos e publicações de opinião sectorial, com pontos de vista variados, justificam e fundamentam a dissertação do tema.

Não existiria então uma ciência nova única para este feito, pois os ingredientes necessários para a avaliação de todas as questões geocientíficas relacionadas com o ambiente, que obviamente requerem a acção e cooperação multidisciplinar, passam por estudos geomorfológicos, pedológicos, hidrogeológicos, geoquímicos, de geologia de engenharia, de geologia estrutural, de mecânica das rochas e solos, sísmológicos, etc. (Fig. 3.5). Estas disciplinas devem actuar em conjunto e com objectivos finais comuns, que são o uso e ocupação do nosso planeta, a utilização racional de seus recursos e a segurança das populações.



**Fig. 3.5** Ilustração esquemática e interpretativa de disciplinas fundamentais da Geologia Ambiental, sob a óptica de SOBREIRA (1995).

É ainda possível surgir debates ao meio académico e questionamento científico da existência da Geologia Ambiental como uma nova ciência individualizada, visto que, a preocupação crescente com as questões ambientais apenas reforçou a necessidade de um envolvimento mais forte das Geociências tradicionais no estudo de problemas de natureza ambiental.

No caso da Geologia aplicada ao meio ambiente o profissional age como um cientista da natureza que desenvolve suas atribuições, no uso de recursos próprios da sua formação académica, para a adequação da actividade mineira aos **novos paradigmas** da sustentabilidade ambiental. Mudam os objectivos e funções, a maneira de trabalhar e a óptica das questões em cada ramificação das Ciências da Terra (**Quadro 3.2**). A forma de trabalhar é aplicada, mas suas fundamentações são, necessariamente, de um cientista da natureza que amplia seus horizontes de forma *holística*.

SUBDIVISÕES E RAMIFICAÇÕES DAS CIÊNCIAS DA TERRA			
Objectivos, funções e preocupações			
<b>PURA</b>	Prospecção, mineira, Cartografia geológica...	<b>APLICADA</b>	ECONÓMICA ENGENHARIA À MEDICINA, etc...
MINERALOGIA PALEONTOLOGIA ESTRATIGRAFIA PETROLOGIA, etc...		Cumprimento de exigências legais e normativas...	<u>AMBIENTAL</u>

**Quadro 3.2** Preocupação sobre o exercício profissional do geólogo que actua na Geologia aplicada à área ambiental, suas funções e objectivos. Baseada nas observações de CARVALHO (2004).

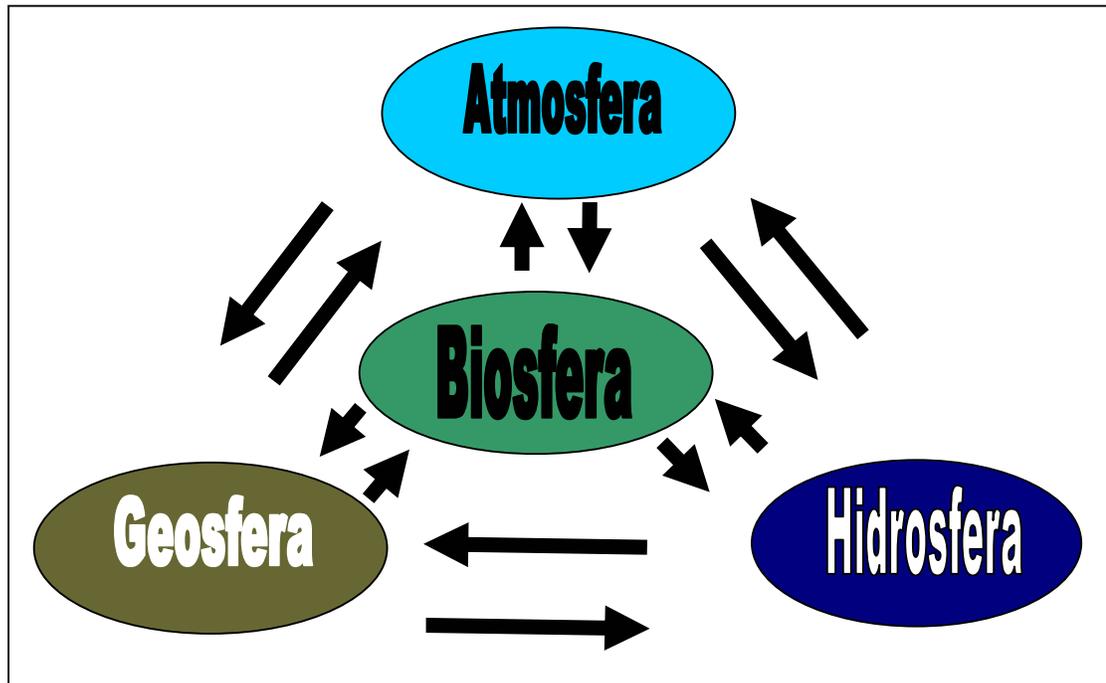
### 3.5

#### Génese de jazigo *versus* estudo ambiental pela Geologia

Cada categoria profissional possui repertório de recursos de uma cultura própria para o entendimento das questões e temas ambientais. Neste capítulo a descrição desta noção de ambiente foi adaptada da leitura de PRESS *et al.* (2003), pp. 170 onde se define um determinado ambiente, como “um local geograficamente definido com característica peculiar uma combinação de processos geológicos e condições ambientais”. Estes ambientes são frequentemente agrupados por suas posições nos continentes, próximo a linha de costa ou no oceano. As interações das actividades mineiras no contexto das condições ambientais envolventes incluem o domínio interactivo das seguintes características:

- a topografia (terras baixas, montanha, planície costeira ou oceano);
- o tipo e quantidade de d’água (oceano, lago ou terras áridas);
- actividade biológica.

Esses processos geológicos, na interação entre hidrosfera, atmosfera e geosfera (Fig. 3.6), incluem as correntes que transportam e depositam os sedimentos (pela água, vento ou gelo), a posição nas placas tectônicas que podem afectar a sedimentação e actividade vulcânica. Um ambiente traz junto a dinâmica das ondas que arrebentam junto a costa, as correntes resultantes e a distribuição da sedimentação na zona *praiana*.



**Fig. 3.6** Componentes do Sistema Terra, diagrama remodelado a partir de LAROCQUE & RASMUSSEN, 1998. (In SINGH, 2003).

Por isso que para sistemas inter agentes as análises pontuais a conhecer apenas as litogêneses das formações rochosas responsáveis pelos geótopos locais não se fazem suficientes pois, o desafio seria compreender a relação entre a actividade com a envolvente, que pode ser de material inconsolidado e com características geológicas totalmente distintas. Toda matéria, com excepção daquela oriunda do espaço na forma de meteoritos e poeira cósmica provém da geosfera, considerada a fonte original do Sistema Terra. (SINGH, 2003).

### 3.5.1 Os ambientes continentais

Para avaliar os efeitos da actividade mineira nos ambientes sedimentares envolventes temos que avaliar seus impactos pelo seu relacionamento interactivo e não só genético quanto

ao posicionamento das placas tectónicas, mas também o natural remanescente do clima da região. Os ambientes continentais distinguem-se consoante a variação da temperatura e pluviosidade e isto que, a fundo, baliza a análise do profissional da geologia no estudo integrado de impacto da lavra ante sua envolvente;

- ambientes aluvionares incluem o canal de um rio, os seus leitos, o fundo do vale e suas laterais nas alturas de inundações. Os rios estão presentes em todos os continentes, excepto Antárctica, e seus depósitos estão amplamente espalhados. Organismos são abundantes nos depósitos de inundações argilosos e são responsáveis pelos sedimentos orgânicos. O clima varia totalmente do árido ao húmido. É justamente a presença ou ausência de água que marca as alterações advindas da introdução do meio. Geralmente um trabalho de recuperação envolve não só hidrogeólogos, mas equipas multidisciplinares para essas zonas que envolvem ecossistemas sabidamente sensíveis e complexos obrigando a participação de outras especialistas. Os cuidados meticulosos baseiam-se em grande parte na conservação de ecossistemas aquáticos específicos e na preservação do equilíbrio hidrogeológico. Estas são variações conforme a escala de produção, o método de extracção em bancadas ou em frentes escarpadas, como exemplo do relato de CARMEUSE S.A. (1998), um assunto que voltará a ser discutido no capítulo de mitigação dos impactos;
- ambientes desérticos são áridos. A sedimentação nas formações desérticas são geradas por confinamento da acção do vento e do trabalho dos rios que fluem (na maioria da vezes intermitentemente) atravessando-o. A aridez inibe o crescimento orgânico, por isto os organismos têm pouca presença no sedimento. Dunas de areias desérticas originam um ambiente arenoso especial;
- ambientes lacustres são controlados por ondas relativamente pequenas e correntes moderadas em corpos interiores de água doce ou salgadas. A sedimentação química, de matéria orgânica e carbonatos podem ocorrer em lagos salgados que estão localizados em desertos, evaporam e precipitam uma variedade de minerais evaporíticos, como halite; e,
- ambientes glaciares são dominados pela dinâmica do movimento da massa de gelo e são caracterizados por clima frio. A vegetação está presente mas tem pouca influência sobre o sedimento. Pela lateral de um glaciar, cursos d'água resultante do derretimento do gelo forma um ambiente aluvionar de transição.

### 3.5.2

#### Os ambientes costeiros

Várias frentes de lavra que possuem área de influência em ambientes costeiros temos o meticuloso cuidado de observar as relações e suas alterações interactivas ao ambiente natural para compreender o mecanismo de modificação entre o empreendimento mineiro e seus arredores. Em PRESS *et al.* (2003), lê-se que a dinâmica das ondas, marés e correntes sobre as costas arenosas predominam nos ambientes costeiros. Os organismos podem ser

abundantes nestas águas rasas, mas eles não influenciam muito a sedimentação mecânica. Os ambientes costeiros incluem:

- ambientes deltáicos, onde os rios encontram os lagos ou mares;
- ambientes de maré, onde extensas áreas expostas à maré baixa são predominantes para correntes de marés; e,
- ambientes praianos, onde a força das ondas age sobre a costa espalhando sedimentos na praia, acamando areias e seixos.

### **3.5.3 Os ambientes marinhos**

Ambientes marinhos são usualmente subdivididos com base na profundidade, a qual determina o tipo de correntes nos conjuntos oceânicos. Por vezes são classificados pelo distanciamento em relação à linha de costa;

- ambientes de plataforma continental são aqueles localizados nas bordas das linhas de costa, com águas rasas, onde a sedimentação é controlada por correntes relativamente fracas. A sedimentação pode ser tanto clástica quanto química, dependendo da fonte dos clastos e da sua extensão de organismos fonte dos carbonatados ou das condições climáticas de formação dos evaporitos;
- ambientes de recifes orgânicos são formados por estruturas complexas de organismos de secreção carbonatada construídos sobre plataformas continentais ou ilhas oceânicas, com condições de clima e águas rasas similares.

Enfim, os ambientes de sedimentação podem ser definidos pela localização. Eles também podem ser divididos em categorias pelos tipos de sedimentos que são constituídos ou de acordo com o tipo dominante de sedimentação. Assim, podem-se agrupar em duas classes maiores de ambientes: de sedimentação clástica e de sedimentação bioquímica (*cf.* Fig. 3.7):

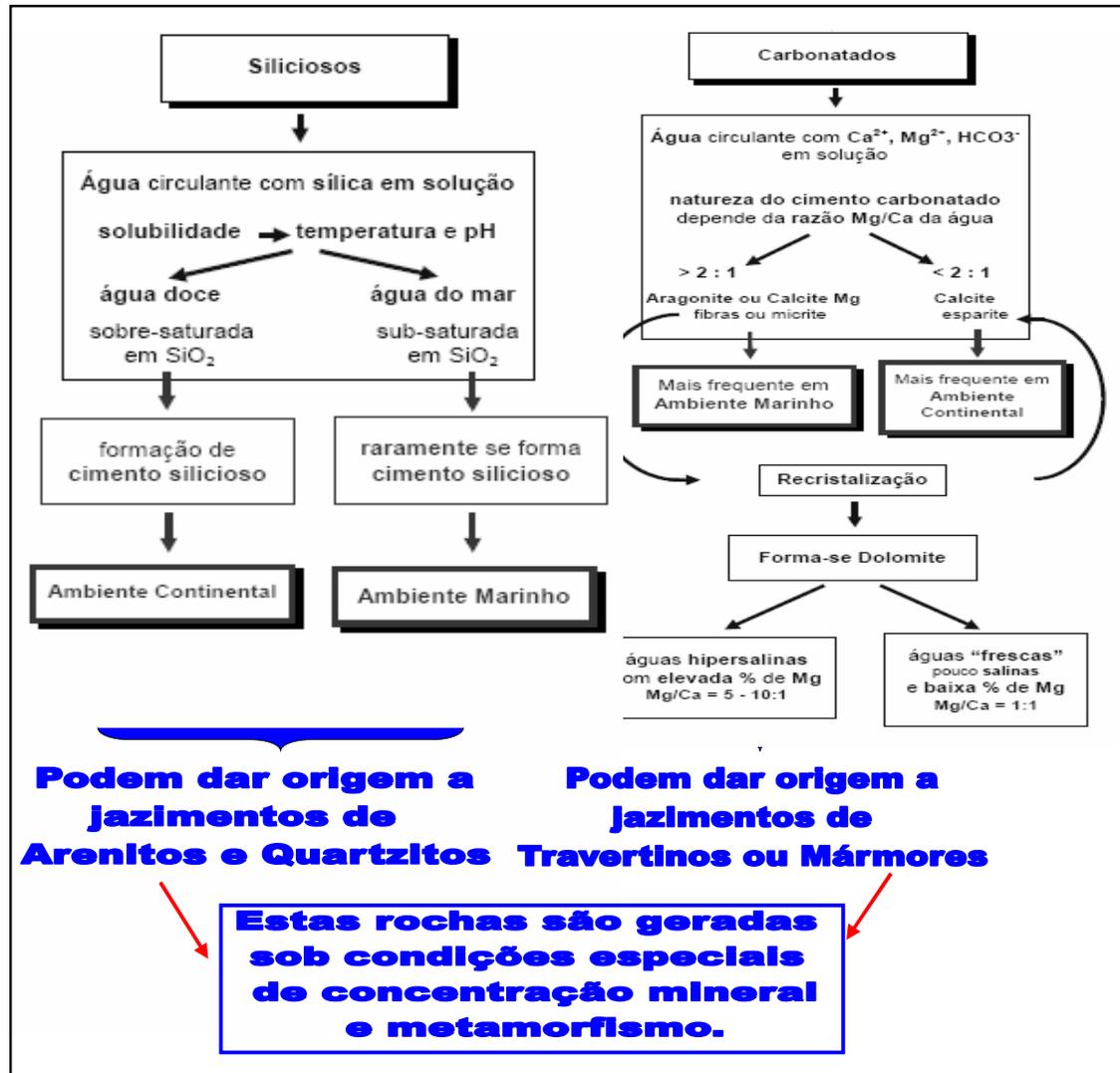


Fig. 3.7 A formação de rochas a partir de sedimentos *retrabalhados* em meio aquoso.

- clástica são aqueles que em predomina a sedimentação mecânica. Eles incluem os aluvionares continentais (cursos hídricos), desérticos, lacustres e ambientes glaciares, tanto quanto os ambientes costeiros de transição entre o continente e o oceano: delta, praias, e depósitos de marés. Abarcam, também, ambientes oceânicos de plataforma, margem continental e fundo oceânico, onde as areias e lamas clásticas são depositadas. Os sedimentos destes ambientes clásticos frequentemente denominados de sedimentos **terrígenos**, para indicar a proveniência do interior do continente, podendo originar formações rochosas **clásticas** do tipo brechas ou conglomerados que muitas vezes emprestam uma estética diferenciada à rocha ornamental, numa combinação textural única entre todos os materiais de cantaria

- **química e bioquímica** são aqueles caracterizados principalmente pela precipitação química e bioquímica. De longe, o mais abundante são os ambientes carbonatados – deposição marinha onde o carbonato de cálcio, principalmente de origem bioquímica é o sedimento maioritário. Centenas de espécies de moluscos e outros organismos invertebrados, tanto quanto o calcário (contendo cálcio) algas e materiais de secreção de conchas carbonatadas. Várias populações destes organismos vivem em diferentes profundidades de lâminas de água, tanto em áreas com águas calmas quanto em sítios onde as ondas e correntes são mais turbulentas e fortes. Quando eles morrem suas conchas acumulam para formar vastas áreas de sedimentos. Estes, por sua vez, quando submetidos a esforços de **P** (pressão) e **T** (temperatura) podem originar mármore ou travertinos, dependendo da composição e do grau metamórfico implicado (**Fig. 3.7**).

Excepto para aqueles do fundo do mar, os ambientes carbonatários são encontrados nomeadamente nas regiões tropicais e subtropicais mais quentes dos oceanos, onde as condições químicas propiciam a precipitação do carbonato de cálcio. Estas regiões incluem recifes orgânicos, areias carbonatadas das praias, depósitos de marés e bancos carbonatados rasos.

Um ambiente evaporítico é criado quando a água do mar aquecida de um zona de interior árida ou braço-de-mar evapora mais rapidamente que o abastecimento na mistura de ligação à água do mar aberto. O grau de evaporação e a duração do tempo contribuem para efeito do controlo da salinidade de evaporação d'água. É assim que este tipo de sedimentos evaporíticos também se formam em lagos sem rios tributários cada lago podendo gerar sedimentos de halite, boratos, nitratos e outros sais.

Ambientes siliciosos são ambientes especiais de fundos oceânicos denominados de depósitos de restos de conchas silicatadas. Os organismos que segregam sílica crescem nas águas superficiais onde os nutrientes são abundantes. Suas conchas depositam ao fundo dos oceanos e acumulam em extensas camadas de sedimentos silicatados.

### 3.6

#### A caracterização dos efeitos da actividade extractiva

COSTA (1998) destaca uma das características mais marcantes da indústria mineral é a substancial produção de resíduos de exploração (**Foto 3.1**). O seu alto percentual relativo (com cerca de 75% de resíduos) ao seu aproveitamento confere cuidados especiais no trato dos seus desperdícios, cuja deposição final dos inertes se coadune a uma absorção visual paisagística quando apresentam grande volume.



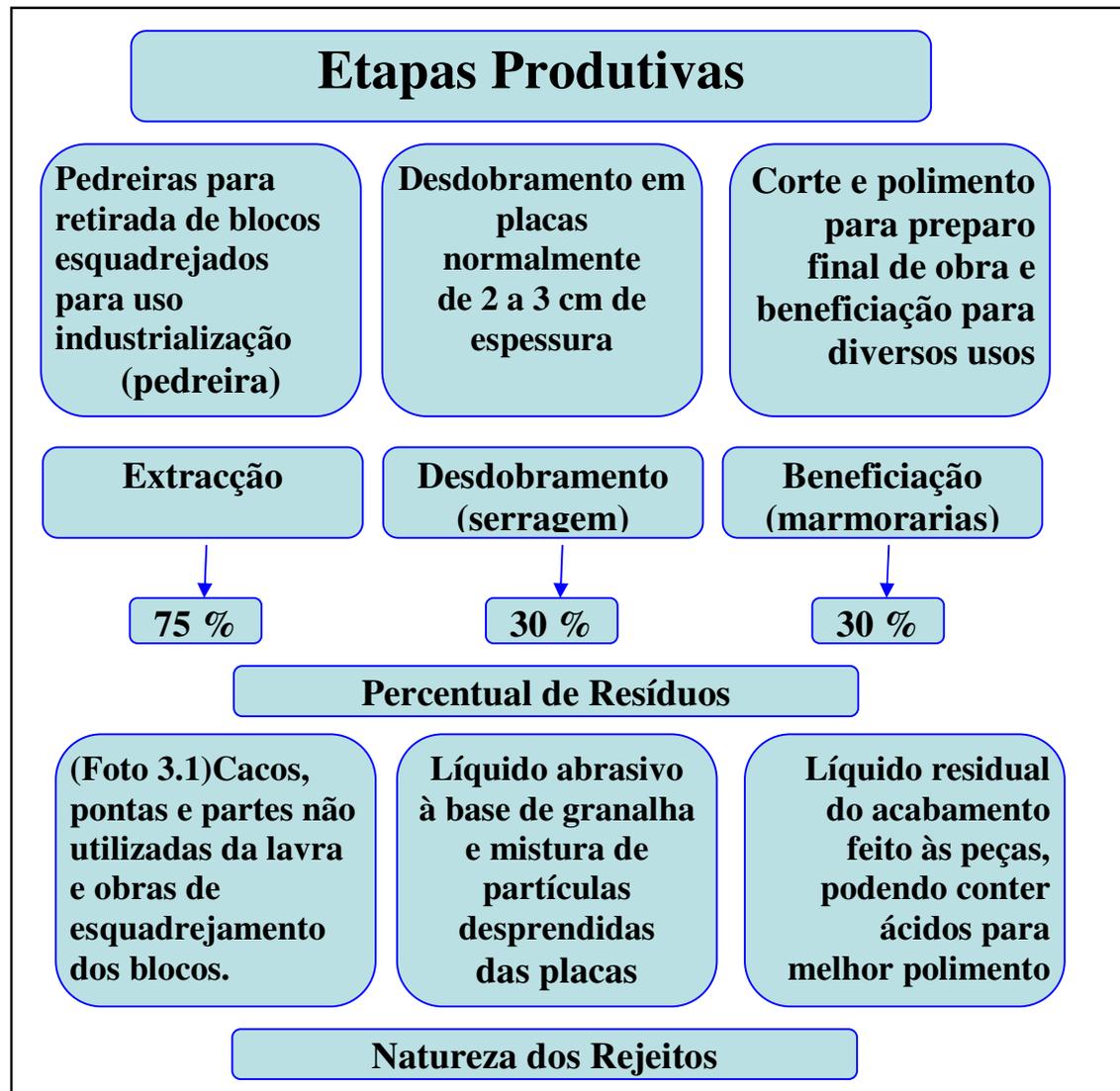
**Foto 3.1**

Alto percentual de resíduos provenientes do desmonte de rochas. Pedreira da Transgranitos, em Aguiar da Beira, Portugal.

AGARWAL (2003) estudou a recuperação mineral em pedreiras de rochas ornamentais calcárias alegando que os valores aproveitáveis nunca foram superiores a 25%. O ratio do mineral explorado e o total desperdiçado normalmente varia entre 1:10 a 1:8. A enorme quantidade do desperdício gerou um montante considerável para trás nas áreas esgotadas pela exploração ou, ainda, despejo e depósitos em stock de pilhas numa parte qualquer. O monte artificial produzido pelo homem podia ser visto ao redor de toda cadeia produtiva. Isto simboliza a mineração irresponsável praticada para degradar valores estéticos da área e criar muitos problemas ambientais. A terra e o solo precioso para a população foram esgotados de forma muito rápida, gerando escassez severa de água potável. O citado autor alega que houve um aumento geral na temperatura local e que o contínuo desperdício foi o maior poluidor.

A consideração sobre a recuperação mineral (**Fig. 3.8**) é extensiva ao corte de exploração por ser processada a céu aberto. VALENTE & GOMES (2001) escreve sobre a

“Tipologia de Impacte Ambiental” também com especial foco na “Gestão de resíduos e Solução de Reabilitação”, num reforço ao que COSTA (1998) trata como necessidade de ordenar a reposição dos resíduos e a recuperação ambiental do sítio de exploração, geralmente realizada no final. Este cuidado confere ao projecto mineral um perfil característico para os fluxos de caixa positivo, traduzida na necessidade de suportar despesas avultadas, fruto de custos externos marginais a produção, após a fase de operação geradora de receitas da lavra.



**Fig. 3.8** Produção residual no ciclo de produção de uma indústria mineral de rochas ornamentais, modificado a partir de COSTA (1998).

A necessidade de confinamento dos resíduos e a recuperação ambiental do sítio de exploração, geralmente realizada no final da extracção, confere ao projecto mineral um perfil característico para os seus fluxos de caixa, traduzida na necessidade de suportar despesas avultadas após a fase de operação geradora de receitas. Esta especificidade em Portugal

encontra-se, aliás, reconhecida por regulamentação ambiental de carácter fiscal (DL 21/97, de 21 de Janeiro) que permite a constituição de provisões, fiscalmente dedutíveis, se aplicadas na cobertura dos custos de encerramento.

O conhecimento da estrutura organizacional e do processo produtivo (Fig. 3.9) é fundamental para determinar as barreiras e os obstáculos à inovação e oportunidades para melhoria da gestão ambiental. Dominar os mecanismos de controlo de fugas, desperdícios e rejeitos é um fundamental requisito para acções de reciclagem, reutilização e gestão ambiental.

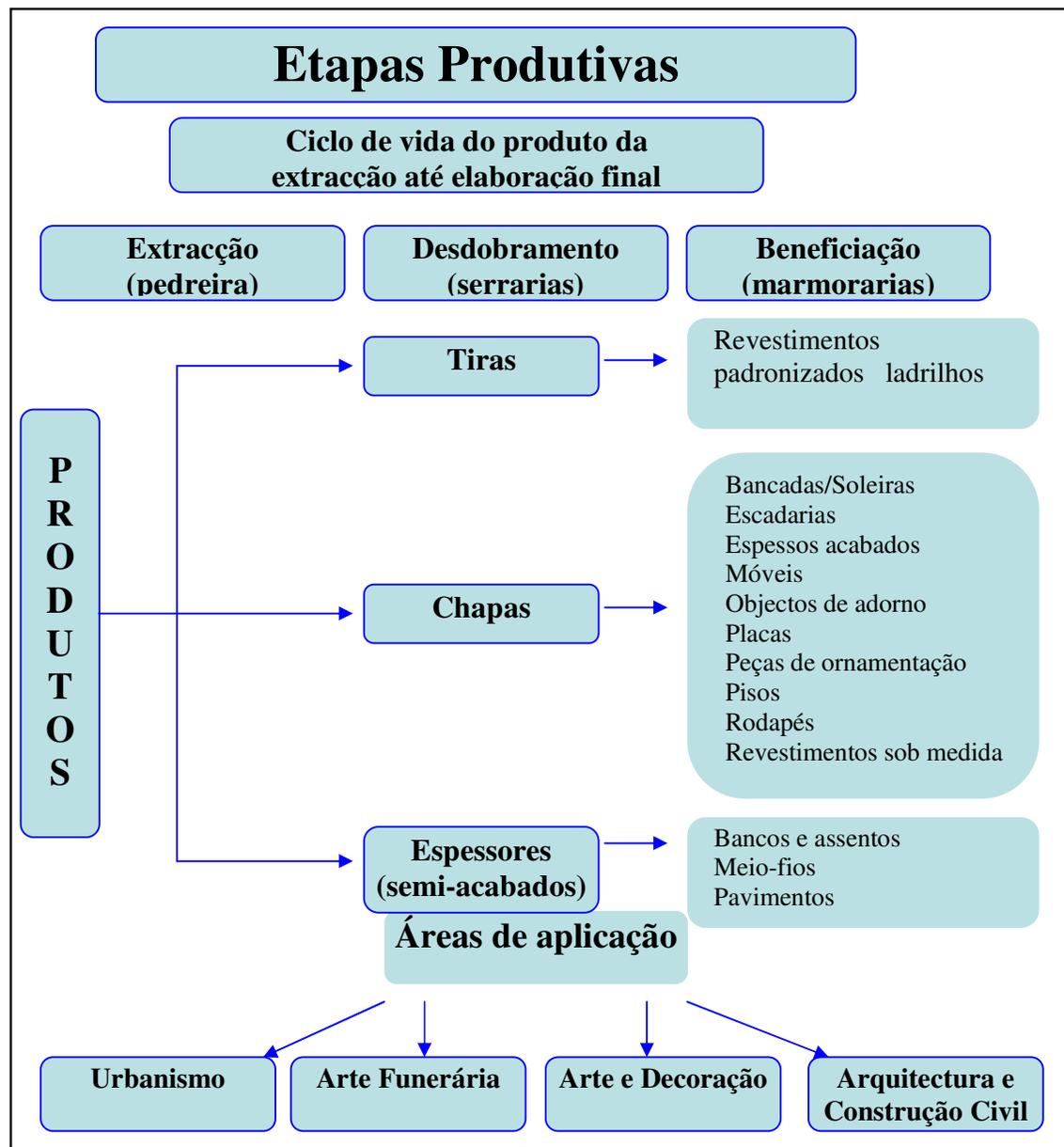


Fig. 3.9 Cadeia produtiva principal do sector de rochas ornamentais. SABADINI, 1998, pp. 107 (In SEBRAE-ES, 2004).

A integração e domínio dos processos produtivos de extracção garantem a eficiência nas empresas. Os vários factores externos que afectam as decisões são: legislação ambiental vigente, intensidade da fiscalização dos órgãos públicos, oportunidades do mercado para empresas ambientalmente adequadas, custo e acesso à informação e tecnologia ambiental, riscos causados por problemas ambientais, pressão da sociedade civil organizada, preocupação com a imagem da empresa e, por conseguinte, preocupação ambiental dos accionistas, directores e empregados (SEBRAE-ES, 2004).

Estas decisões em relação à gestão ambiental de empresas são cada vez mais orientadas pela influência de factores exógenos. Nestes factores estão incluídos os que envolvem a responsabilidade sócio-ambiental das mineradoras, são alheios aos processos produtivos, mas marcam uma impressionante influência sobre a empresa pois tornam-se ligados à entidade através de: fornecedores, empresas *out-sourcing*, consultores, consumidores, as ONGs (Organizações Não Governamentais) e comunidades locais e, ainda, os órgãos da administração pública e entidades de classes profissionais. A correcta compreensão destes factores que afectam as decisões na empresa é essencial para a sua sobrevivência.

### 3.7 A regulamentação do sector

A preocupação preservacionista é sinal de civilização. Essa é uma concepção recente e tem cerca de quarenta anos. Antes disso, salvo algumas excepções, a ideia de civilização era relacionada ao potencial que uma sociedade tinha de subjugar, explorar e transformar o mundo natural (MADOV & VENTURA, 2003).

Novos paradigmas, sobretudo na educação e no desenvolvimento humano, a partir principalmente de meados do século XX, definiram esta dicotomia entre a Sociedade Moderna *versus* Natureza. A atitude de domínio e o uso indiscriminado dos recursos naturais ultrapassaram os limites de capacidade de fornecimento ilimitado de bens na maioria dos casos e regiões (NUNES *et al.*, 2005)

No sistema tradicional de protecção do tipo ‘**comando e controlo**’ a regulação legal visa tutelar o meio ambiente como um bem de uso comum. A aplicação crescente destes

regulamentos ambientais tem vindo a ter apreciável impacto na indústria mineral, originando perdedores e ganhadores (COSTA, 1998).

Dada a rápida mutação das condições regulamentadoras do exercício da actividade, este citado autor considera que hoje em dia existe um reconhecimento de uma estratégia empresarial mais robusta que deve adoptar os mais elevados padrões ambientais (interagindo com os de higiene e segurança) para a sua viabilidade no longo prazo. O Decreto – Lei nº 270/2001, de 6 de Outubro é a primeira lei mineral que, expressa e assumidamente, se reivindica do paradigma do desenvolvimento sustentável e do princípio da integração, segundo MAGNO (2001).

Apesar desta normativa, ser positiva na sua totalidade, revelou-se demasiado exigente ao prescrever um regime único para regular um universo tão vasto e diferenciado como o é o do aproveitamento das massas minerais, situação esta que já foi reconhecida pelo governo no Decreto – Lei nº 112/2003, de 4 de Junho e pela Assembleia da República na sua Resolução nº 40/2003, de 9 de Maio (*In* SOUTINHO, 2003)

Ultimamente as normas disciplinadoras do exercício da actividade industrial, constantes do Decreto-Lei nº 69/2003 de 10 de Abril, bem como o regime de licenciamento da instalação de Áreas de Localização Empresarial (ALE - Decreto-Lei nº 70/2003 de 10 de Abril) dão justa consideração à Avaliação do Impacto Ambiental (AIA- **Cap. 4**), incorporando o ambiente aos requisitos normativos do processo de licenciamento sectorial da actividade mineira.

Contudo, estes aspectos são somente uma parte da realidade, pois estas preocupações ambientais abrangem todas as fases do processo industrial, desde a prospecção até aos produtos comerciais e sua disposição final. Ou seja, afecta toda a cadeia produtiva. O diagnóstico feito por SEBRAE-ES (2004, pp. 8) aponta que as preocupações com procedimentos de gestão e realização de auditorias ambientais só atingem 10% do universo das empresas consultadas no sector de rochas ornamentais.

## 4 Impacto ambiental

*“O homem não é um espectador,  
mas um agente do seu próprio futuro.  
O destino não é uma fatalidade.  
Pelo menos, pode não o ser, e  
aí reside a nossa grande esperança e  
a nossa perturbação”.*

FREDERICO MAYOR

## 4.1 O contexto do impacto ambiental

Para implementar uma dinâmica de estudo bem estruturada e eficaz é necessário introduzir de uma forma generalizada pelos assuntos mais amplos, para esclarecer procedimentos disseminados de trabalho, até a análise específica da própria Avaliação de Impactos Ambientais (AIA), como um dos instrumentos mais relevantes de uma política de ambiente, aplicada aqui à indústria extractiva. Este instrumento ajuda a monitorizar a magnitude do impacto bem como a melhoria contínua do processo, é parte integrante da gestão global de uma organização reunindo em si várias características de eficácia. De acordo com PARTIDÁRIO (2003), a AIA deve ser: abrangente e integrada; preventiva; informativa; participativa; e, motivadora de boas práticas.

A regulamentação do procedimento administrativo do Impacto Ambiental (IA), fundamentada na Directiva CEE 85/337 e D. L. 186/90 de 6 de Junho (ANTUNES 1998, pp. 31), oscila pela ausência de quaisquer vestígios de discricionariedade técnica, assim como é de natureza eminentemente **técnica** o acto de iniciativa do proponente da obra. A AIA é um procedimento declarativo de ciência, dominado pelas regras das disciplinas técnicas, como relata ANTUNES (1998, pp. 205).

O desenvolvimento de técnicas e a pesquisa científica, a nível macroeconómico, passa pela via de uma nova concepção que constitui um elemento de articulação *pluridimensional* do desenvolvimento sustentável sob padrões menos intensivos e mais racionais de utilização de recursos. De uma evolução interactiva das investigações é que surgiram as **redes** de pesquisa e desenvolvimento internacionais e das suas novas técnicas, nacionais, regionais e locais, promovendo a colaboração entre grupos de importância estratégica, que podem ser caracterizadas como saberes e habilidades de valorização e perenidade da vida num futuro comum, que se traduzem em “ordenações sistematizadas de modos diferenciados de interacção (por exemplo, processos de produção e circulação do produto, modos de organização social, padrões de ganho e processamento de informações, entre outros)”, da globalização e dos seus desdobramentos (com base em BURSZTYN *et al.* 2000).

O conceito de rede, quando referenciado a reflexões ou problemáticas de desenvolvimento empresarial, económico, social ou cultural, é frequentemente utilizado para descrever a cooperação, formal ou informal, entre estruturas ou agentes (MTS, 2001). Destacando-se acções notáveis em desenvolvimento numa articulação conjunta entre

ASSIMAGRA (Associação Portuguesa dos Industriais de Mármore, Granitos e Ramos Afins) e IGM, no projecto intitulado "**Acções de Melhoria do Desempenho Ambiental do Sector das Pedras Naturais**" que assentou numa candidatura à medida de Parcerias e Iniciativas Públicas do Programa Operacional da Economia (POE), actual Programa de Incentivos à Modernização da Economia (PRIME).

No sentido do desenvolvimento sustentável BARTHOLO & BURSZTYN (2001) (pp. 166, *In* BURSZTYN Org. 2001) acrescenta que a visão de uma proposta tem como horizonte uma modernidade no campo da ética, não apenas uma modernidade técnica, na medida em que ela “implica incorporar o compromisso com o prolongamento da vida ao horizonte da intervenção transformadora do *mundo da necessidade*”.

Também a nível micro económico a actividade de exploração mineira (nos seus diversos sectores) quando exercida sem um devido acompanhamento técnico e tecnológico pode originar situações mais graves de impacto ambiental, em particular de natureza química, para o meio envolvente devido às possibilidades de contaminação dos sedimentos de corrente, solos, água e biótopos (FREIRE *et al.* 1999, *In* NUNES, *et al.* 2005).

Sectorialmente também considera-se que a protecção ambiental seja cada vez mais essencial para qualquer projecto de exploração no ramo produtivo das rochas ornamentais, na medida em que é necessário preservar o meio que nos rodeia para as gerações seguintes, independentemente da sua envergadura, pois a ampla maioria dos estabelecimentos extractivos é de pequeno porte e os seus impactos multiplicam-se gravemente e por grandes de extensões, contíguas ou não. Por conseguinte, qualquer plano de lavra deverá adoptar medidas e sistemas de protecção do ambiente, bem como um plano de recuperação ambiental e paisagística.

Foi pela actuação das redes internacionais de trabalho e pesquisa ambiental que PARTIDÁRIO (2003) reforça que a própria Associação Internacional de Avaliação de Impacto Ambiental (IAIA), adoptou em 1999 princípios da melhor prática de Avaliação do Impacto Ambiental, estabelecendo formalmente uma definição internacionalmente aceite de Avaliação do Impacto Ambiental, bem como a definição dos seus objectivos. Na base dos procedimentos da AIA está um princípio, muito simples, da avaliação prévia das relações de **causa-efeito**, sendo as causas representadas pelas acções de investimento e projectos de desenvolvimento, e os efeitos pelas suas consequências ambientais, sociais e económicas,

passíveis de serem interpretadas com critérios específicos, e mensuradas segundo uma escala de impacto.

Para a citada autora falar em avaliar impactos ambientais começa hoje a ser quase rotina em Portugal, sobretudo para quem toma decisões sobre determinados projectos de desenvolvimento, quem tem que os aprovar, quem beneficia com eles, ou quem a eles se opõe. A AIA foi legislada pela primeira vez em Portugal em 1990, tendo os seus fundamentos identificados na Lei de Bases do Ambiente em 1987, como um dos instrumentos da política de ambiente. A AIA ainda teve regência pelo Decreto-Lei nº 69/2000 de 3 de Maio e pela Portaria nº 330/2001 de 14 de Novembro. Pela própria IAIA (1999) a AIA deve seguir princípios básicos como esquematizado na **Tabela 4.1**:

<b>Propositivo</b>	informar da decisão tomada, dos resultados em níveis ambientais apropriados de bem-estar, protecção e da população.
<b>Rigoroso</b>	aplicar as "melhores práticas", empregando metodologias técnico-científicas apropriadas para a condução aos problemas levantados
<b>Prático</b>	resultar da informação e “ <i>outputs</i> ” que auxiliem a resolução do problema e é aceitável e capaz de ser executado por proponentes.
<b>Eficiente</b>	impor o custo mínimo nos termos do prazo e do orçamento dos proponentes e participantes, de acordo com as exigências e objectivos da AIA
<b>Relevante</b>	fornecer informação de confiança para o seu planeamento usual na execução e na tomada de decisão.
<b>Objectivo</b>	concentrado em efeitos ambientais significantes e elementos chave das suas matérias, caso necessite ser feito exame das tomadas de decisões do cliente.
<b>Adaptável</b>	ajustável às realidades, edições e circunstâncias dos projectos sob revisão sem comprometer a integridade do processo, e seja interactivo, incorporando as lições aprendidas através de todo o ciclo de produção
<b>Participativo</b>	fornecer oportunidades apropriadas de informação e envolvimento do público afectados e interessado, seus “ <i>inputs</i> ” e os interesses devem ser dirigidas explicitamente na documentação e na tomada de decisão.
<b>Interdisciplinar</b>	assegurar técnicas e especialistas apropriados no tange a disciplinas bio-físicos e socio-económicos empregues, dando valor ao uso de temos do senso-comum.
<b>Custo-benefício</b>	conseguir os objectivos de AIA dentro dos limites de informação disponível, tempo, metodologia e seus recursos.

**Tabela 4.1** Enumeração dos princípios de AIA pela IAIA.

Em termos de regulação legal foi o Decreto-Lei nº 70/2003 que normalizou disciplinarmente a AIA tornando-a obrigatória, pois era um requisito que o Decreto-Lei nº 69/2000 considerava como uma iniciativa voluntária do proponente – a Proposta de Definição do Âmbito do Estudo de Impacto Ambiental (PDA) no pedido de informação prévia. Este facto é notório e demonstra como os sectores preservacionistas impuseram a sua opinião elevando a AIA como instrumento de utilidade e apoio à decisão. Muitos exploradores ainda reconhecem este instrumento como mais uma, entre muitas, das dificuldades burocrático-administrativas de lenta tramitação.

São nestas elaborações e execuções de Projectos Ambientais que recaem os maiores receios e as maiores críticas daqueles que vêem o assunto meio ambiente como um entrave burocrático, repudiando as próprias melhorias de processo que seriam associadas ao tema. As mineradoras sujeitam-se ao crivo que o Estado exerce sobre as suas actividades extractivas minerais. A sua actuação de tutela ambiental deste último tem revelado o seu poder discricionário de controlo pouco eficiente e de peso desigual sobre concorrentes. Em geral, delega-se esta tutela para órgãos ambientais que agem de forma hierarquicamente superior às próprias atribuições e posicionamento do órgão de fomento e pesquisa mineral, deixando para este uma posição acessória e relegada. Os projectos ambientais podiam sim, de outra opinião, serem considerados por estes um avanço no sentido de constituir uma demonstração exemplar de adequação à boa gestão ambiental e eco-eficiência. Pois, neste instrumento constam medidas aconselháveis para que uma pedreira ou os seus produtos atinjam a sustentabilidade ambiental e alcance o ‘nicho’ dos eco-mercados.

O ramo das rochas ornamentais enquadra-se nos sectores em que, normalmente, são exigidos projectos ambientais por utilizar consideravelmente:

1. matérias primas (a exemplo de bens minerais)
2. alto consumo energético
3. alto consumo hídrico
4. bens agropecuários;
5. bens faunísticos; e,
6. a interacção entre os factores anteriormente referidos.

De um modo mais genérico a Lei de Bases do Ambiente, nº 11/87 já previa a necessidade de adoptar certos condicionalismos e operações que “provoquem um impacte violento na paisagem preexistente, bem como a exploração de minas e pedreiras, evacuação e acumulação de resíduos” como forma de **defesa da paisagem**. Especificamente para as pedreiras aplicaram-se os condicionalismos desdobrados da Directiva 85/337/CEE do

Conselho, de 27 de Junho, alterada pela Directiva 97/11 /CE do Conselho, de 3 de Março, para avaliação dos efeitos no ambiente susceptíveis de terem um impacto considerável no ambiente, as intervenções destinadas à exploração dos recursos do solo, pelo entendimento de RODRIGUES (1998).

Os projectos como pedreiras e minas a céu aberto numa área superior a 25 hectares deverão submetidos a uma avaliação. Atribui-se aos estados-membros (situações aplicáveis à realidade Portuguesa) a autoridade para decidir se os projectos pertencentes às categorias, enumeradas no Anexo II da Directiva (ver **Quadro 4.1**) onde se enquadra a indústria extractiva de rocha ornamental, incluindo os projectos como: "pedreiras, minas a céu aberto e extracção de turfa não incluídos no Anexo I". Isto é, aquelas extracções ainda não definidas são abrangidas para o caso nacional e serão ou não submetidos a uma avaliação (modificado de RODRIGUES (1998).

Pedreiras e minas a céu aberto com áreas inferiores a 25 hectares
Extracção subterrânea

**Quadro 4.1** Situação específica para enquadramento das massas minerais passíveis de exploração que necessitam de apresentar AIA. Adaptado de RODRIGUES (1998).

É desta suposição que a Acção de Formação (**Cap. 7**) actua favoravelmente na busca da melhoria contínua para os profissionais envolvidos em Projectos Ambientais e desempenham responsabilidades na direcção das Políticas Ambientais nas mineradoras. A discussão destes termos apoia os profissionais que assumem funções de gerência e rotineiramente assistem as suas petições tecnico-administrativas entranharem em dificuldades ante aos órgãos ambientais disciplinadores da questão. Promover uma maior **literacia ambiental** (VAN BERKEL, 2000) ajuda os profissionais da mineração a superar estas dificuldades e sujeitam os mesmos a um enriquecimento no desafio da valorização profissional pela via de uma ética técnico-ambientalista.

## 4.2

### A exploração extractiva e suas condicionantes

Na busca do entendimento sobre o correcto aproveitamento dos bens minerais devemos familiarizar-se com os conceitos e definições comuns ao seu círculo de actores, as suas regras básicas de trabalho e os princípios elementares da exploração mineira.

VALENTE (2002) discrimina no seu estudo em minerações ao norte de Portugal, as seguintes propriedades, a ter em conta na sua caracterização:

- o estado da lavra;
- as condicionantes do impacto, em particular a localização da área mineira, tipo genético de depósito e as condições de acumulação em escombrelras;
- a magnitude do impacto e as componentes ambientais afectadas (naturais e socioeconómicas);
- a evolução paragenética das escombrelras - estabilidade actual e prevista;
- os processos de diluição/reabilitação natural do impacto e soluções de revalorização de áreas afectadas.

Cada local é caracterizado por uma combinação típica de propriedades determinantes na manifestação do impacto. Os métodos de análise utilizados em cada caso pretendem destacar a natureza primordial (essencialmente geomorfológica) dos mecanismos que determinam a evolução dos sistemas afectados.

Na identificação dos principais focos do impacto VALENTE (2002, pp. 67) associa às operações de desmonte e as suas manifestações mais expressivas, pela sua irreversibilidade (ver exemplo de matriz de AIA, **sub Cap. 4.6**), dizem respeito às modificações morfológicas e à diminuição do valor estético da paisagem. Neste aspecto, o efectivo crescimento do sector de exploração de rochas ornamentais tem sido pouco acompanhado de medidas de salvaguarda da qualidade ambiental nas áreas afectadas. As medidas interventoras podem desencadear impactos positivos e motivar a revalorização de sítios explorados, para o caso em que a situação deixada possa vir a ser reabilitada paisagisticamente pela sua associação à lavra mineira.

O autor refere ainda que a principal preocupação recai sobre as escombrelras, geradoras de desequilíbrios com as mais diversas origens e consequências, sendo de salientar as seguintes:

- alterações topográficas com influências no valor estético da paisagem;
- dispersão de resíduos com significado no regime de transporte e retenção de cargas sedimentares e na qualidade dos sistemas fluviais afectados;
- sobrecarga de resíduos; e,
- dispersão de efluentes mineiros com consequências ao nível da poluição hídrica

### 4.3 Impactos da Indústria Extractiva na Atmosfera

O impacto da extracção mineral sobre o ar atmosférico é um dos componentes da indústria extractiva com efeitos negativos sobre o meio ambiente, como refere GONZALEZ (1990). As nuvens de poeiras levantadas por camiões que transitam nas pedreiras, a intensa circulação sobre vias não pavimentadas e os trabalhos nas frentes de lavra geram uma atmosfera densa e, por vezes, saturada de material particulado.

Na indústria extractiva as fontes emissoras de tais impactos, tanto para o ambiente como para o próprio Homem enquanto trabalhador da indústria extractiva, são da seguinte origem: material particulado sólido fino (poeiras) e retirada das terras de cobertura (desmonte do manto superficial) somadas ao material estéril.

Ao contrário do que se supõe, a granulometria é o factor mais importante no que toca às questões de insalubridade, podendo-se classificar em:

- Partículas pequenas (menor que  $1\ \mu\text{m}$ )
- Partículas finas (entre 1 e  $2,5\ \mu\text{m}$ )
- Partículas grossas ( $> 10\ \mu\text{m}$ )

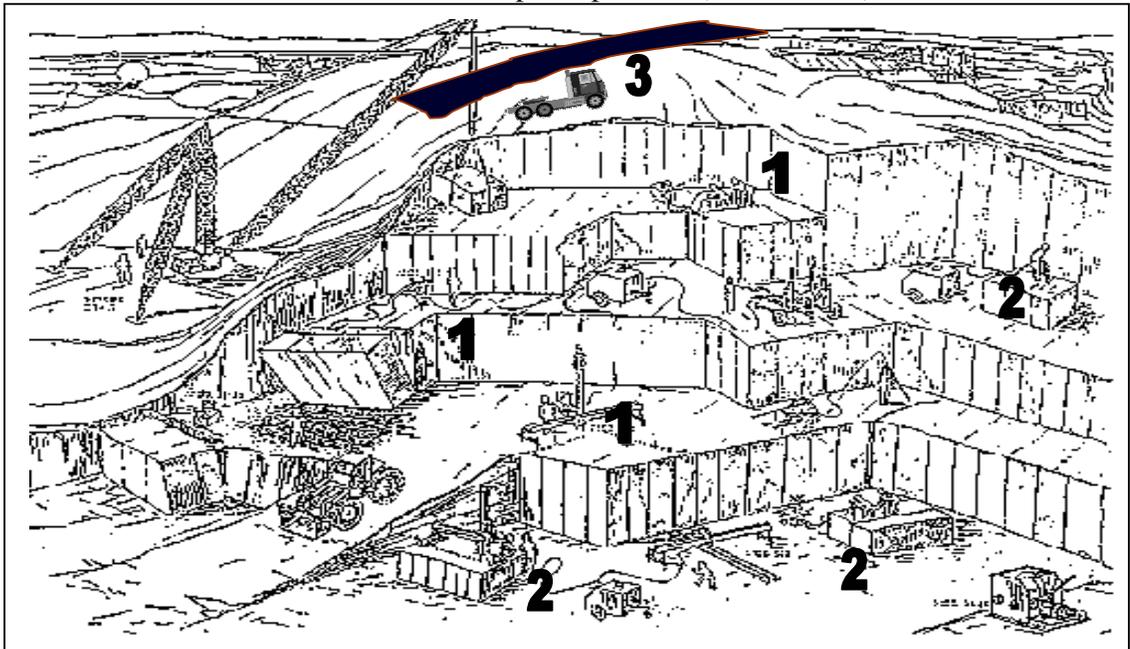
As primeiras não permanecem no aparelho respiratório, enquanto as segundas não são expulsas pelo mesmo permanecendo no tecido pulmonar. As partículas graúdas não são inaladas. As partículas pequenas e finas conservam-se um tempo bem considerável em dispersão e podem atingir grandes distâncias por acção dos ventos.

Os impactos provocados pelo material particulado sólido são, geralmente, de carácter diferente dos gases nocivos de maior incidência típica nos trabalhos subterrâneos, as fontes de emissão de poeiras estão presentes em maior número nos trabalhos a céu aberto. Nota-se que a agressividade das poeiras no meio ambiente dependem da sua composição química, granulometria e densidade, sendo que as poeiras de sílica, apesar de consideradas como material quimicamente inerte, ao serem expostas continuamente e inaladas podem ser muito mais prejudiciais à saúde que as de carvão ou calcário, ainda segundo o mesmo autor.

#### 4.3.1 Tipologia das fontes de emissão de poeiras numa pedreira

Onde estão as fontes de emissão de poeira? Como podemos analisar o seu material particulado? Recorrendo aos estudos de GONZALEZ (1998), verificamos que apesar de serem as poeiras, na ampla maioria dos casos, resíduos quimicamente inertes em muito maior quantidade são as suas fontes locais de emissão nas pedreiras a céu aberto:

- 1º– circulação de viaturas sobre rodovias não pavimentadas (**Fig. 4.1-ponto 3 e Foto 4.1**);  
 2º– praças de desdobramento/esquartejamento (esquadrejamento, **Fig. 4.1-ponto 2**);  
 3º– bota-fora e aterros de partículas finas; e,  
 4º– rebentamento das frentes de desmorte por explosivos (caso existam).



**Fig. 4.1** Esquemática das zonas de uma pedreira de rocha ornamental. (1=corte primário para corte de fatias, 2= esquartejamento secundário, 3= vias de transporte dos blocos. Modificado de DMP-IGM (1999).

Como são feitos os ensaios para amostragem e medição do quantitativo de material particulado em suspensão aérea? Para cada parte dos trabalhos de extracção temos diferentes fontes poluidoras, no caso das praças de desdobramento (ver **Fig. 4.1**), as principais fontes poluidoras são as máquinas, a **percussão** efectuada pelos pneumáticos, de fragmentação, cunhas (que agem como crivos), zonas de carga e descarga e zonas de armazenamento próximas das vias de acesso (ver **Fig. 4.1-ponto 3**);

Na circulação de viaturas sobre rodovias não pavimentadas (ver **Fig. 4.1-ponto 3 e Foto 4.1** normalmente em vias de comunicação interiores às explorações). Em tempo seco sabe-se que as viaturas circulantes levantam verdadeiras nuvens de poeiras que afectam o ambiente e os próprios trabalhadores das explorações. GONZALEZ (1998) revela também que estudos empíricos mostram que as quantidades de partículas emitidas são directamente proporcionais à velocidade dos veículos, o seu peso e o número de km rodados.



**Foto 4.1**

Detalhe do transporte de bloco já individualizado por via não pavimentada no interior de pedreira.

Em aterros de material fino ou antigos bota-foras (lugar de entulhos - *entulharias* ou *escombreiras*) com material fino, nomeadamente, provenientes de sólidos finos de explorações mineiras podem constituir uma importante e prejudicial fonte de emissão de poeiras. É o caso, por exemplo, das escombreiras de estéreis junto às pedreiras e a outras áreas de extracção. Em tempo seco, os ventos lançam a centenas de metros ou mesmo quilómetros de distância as partículas mais finas que contaminam a flora, as águas e os solos.

No rebentamento das frentes de desmonte, onde se opta pelo uso de explosivos (**Foto 4.2**), pelo que os efeitos das nuvens de pó lançadas para a atmosfera, no momento das detonações (*‘pegas-de-fogo’*) nas explorações a céu aberto são muito difíceis de evitar.



**Foto 4.2**

Típica pedreira com método de extracção tradicional de rocha ornamental. A fatia primária é desprendida com uso de explosivos e depois trabalhada para individualização dos blocos. Espírito Santo – Brasil.

Prática muito comum na pedreiras mais rudimentares foi o uso de explosivos de pranchas primárias o efeito deste recurso quase sempre revela irregularidades sobre o material

aproveitável e geração de ondas de pressão sonora sobre as áreas envolventes. Esta prática de “*rock-on-the-box*” (encher camião) originava, via de regra, impropriedades no padrão estético da rocha ornamental o que levava o aparecimento de manchas escuras e *sobre-fracturação* sobre os minerais próximos a linha de fogo. A exploração livre deste método gera maior homogeneidade e sanidade estrutural ao produto acabado, com a nítida vantagem económica na mais valia acrescentada ao produto comercializável pois, aumenta a largura do bloco aproveitável sem as imperfeições de minerais escurecidos. Este é o efeito de dar prioridade a **qualidade sobre a quantidade** requerida.

#### 4.4 Impactos da Indústria Extractiva por ruído e vibração

Os desmontes de rocha com utilização de explosivos originam efeitos secundários de vários tipos, que podem ter grande influência sobre o ambiente vizinho, constituindo muitas vezes factores limitantes nas operações de exploração de recursos minerais, ou de dificuldades na execução de obras civis. Maiores detalhes foram investigados em minúcia por GAMA (1998). A compilação do seu estudo serve para a integração e maior abrangência da matriz de análise do impacto ambiental.

Apesar de frequentemente se admitir que são fenómenos inevitáveis, tecnicamente sabe-se que tais impactos possuem intensidades suficientes para fragmentar apenas a rocha ornamental e prejudicar a sua lavra ou comercialização.

Desses efeitos, os mais importantes são: **vibrações** transmitidas aos terrenos e estruturas adjacentes, **as ondas** de choque sonoro através da atmosfera (conhecidas vulgarmente por ruído), criação de **poeiras** e, ainda, elevada **sobrefracturação** do maciço rochoso remanescente, com possibilidade de criar instabilidades futuras e prejuízo ao padrão estético do jazimento.

Cada um desses efeitos secundários é susceptível de ser eliminado, ou pelo menos reduzido, através do estabelecimento criterioso dos parâmetros utilizados para a escavação dos maciços rochosos, seja em trabalhos à superfície, seja em obras subterrâneas.

A principal conclusão que GAMA & JIMENO (1993) retira das correlações entre a magnitude dos impactos ambientais e os custos das operações de desmontes de rocha com

explosivos (em lavras que ainda usam este recurso) revelam que a sua minimização é simultânea directamente proporcional, conforme suas correlações demonstradas em verificações que se mostraram evidentes.

Muitas vezes, a necessidade de proteger o meio ambiente de determinado efeito secundário (mais crítico) sobrepõe-se, para fins de dimensionamento dos desmontes, aos requisitos de protecção impostos pelos restantes impactos ambientais. Quando assim acontece, o principal problema a resolver consiste na pesquisa e investigação de um processo mais económico para realizar a protecção ambiental, não só evitando as soluções inviáveis, mas também analisando, entre as várias alternativas disponíveis para minimizar a influência do efeito secundário crítico, aquela que originar menores custos de implementação.

Assim, a aplicação de tecnologia adequada à solução dos dois problemas é o caminho para a compatibilização que deverá alcançar-se entre a realização de desmontes de rocha com explosivos e os seus impactos ambientais. Além da temperatura, os seguintes factores atmosféricos têm influência na geração e propagação de ruídos: velocidade e direcção dos ventos; pressão barométrica; e, nebulosidade.

A experiência revela que a intensidade sonora e a sua duração crescem ao longo da direcção para a qual sopra o vento, diminuindo no sentido oposto. Alta pressão barométrica e elevadas temperaturas relacionam-se normalmente com baixa intensidade e pequena duração dos ruídos. Em termos de desconforto das condições humanas (para limites da ordem de 120 *dB*) aquelas cargas podem ocasionar queixas justificáveis dentro de um raio de acção determinado. Dessa forma, é possível avaliar "à priori" qual a propagação que as ondas de choque poderão causar a diferentes distâncias, permitindo assim evitar danos materiais atribuíveis a este fenómeno, bem como protestos da comunidade envolvente.

#### **4.5**

### **Impactos geomorfológicos e na paisagem do terreno**

A exploração a céu aberto gera um tipo de impacto visual normalmente negativo sobre a estética das paisagens. A degradação e a destruição da paisagem natural bem como a introdução de elementos de fraco valor estético, como a lavra de disposição descuidada e aleatória, são comuns e infelizmente frequentes neste tipo de explorações, por RODRIGUES

(2002, pp. 38). Opinião que é bem patente nas medidas correctoras e protectoras das paisagens de áreas de rochas ornamentais.

A paisagem, também é outra das componentes mais atingidas por esta actividade mineral, na opinião de MENDES (2000, pp. 272). Entre as principais interferências negativas sobre a paisagem destacam-se: a retirada de vegetação original e do solo superficial, abertura dos cortes escavatórios, inversão do perfil do solo e destituição da geomorfologia original e disposição aleatória de bota-fora.

Os aspectos que mais contribuem para causar um impacto na paisagem são (DINIS, *et al.* 1998):

- aqueles que se relacionam com alterações na geometria do relevo; e,
- o acentuado contraste de cor associado à envolvente em regra constituída por vegetação arbórea/arbustiva e ao *empoeiramento* muitas vezes existente.

Estes factores constituem, à distância e sob a perspectiva de um observador afastado, os principais focos de alteração visual de paisagem.

Nas zonas de proximidade imediata os aspectos mais relevantes são a destruição do coberto vegetal, a geometria dos relevos criados, o parque de produtos, a existência de escombreliras, a deposição de poeiras e até a disposição aleatória de instalações de tratamento e/ou beneficiação, e as explorações e instalações de tratamento abandonadas.

Porém com o desenvolvimento de uma ‘consciência global’ de protecção ambiental e condicionamentos financeiros devido ao custo crescente da **gestão dos resíduos**, tornou-se muito essencial (AGARWAL, 2003):

- **promover** o incremento de tecnologias de pedreiras para aumentar a recuperação mineral e reduzir a geração de desperdícios: e,
- **recuperar** a terra degradada e reabilitar os depósitos de resíduos através de uma densa reflorestação que regenere um ambiente verde e sadio.

## 4.6

### A matriz de análise do impacto ambiental

NATANI (2003) em seus estudos sobre pedreiras de rocha ornamental fez referência ao uso de matrizes com classificações semi-quantitativas, ou seja apresentado **intervalos de magnitude** (*cf.* LEOPOLD *et al.* 1971). O método de enumerar aspectos ambientais em uma

matriz incorpora basicamente uma lista das actividades ou interacções de um projecto, que afectam o ambiente (os indicadores são enumerados em colunas na tabela da matriz) e os parâmetros ambientais (listados nas fileiras) como mostrado no **Tabela 4.2**.

<b>Valor do Impacto</b>	<b>Natureza do impacto</b>
0	Nenhum/desconsiderável impacto
1	Impacto/pouco perceptivo/ligeiro
2	Impacto apreciável
3	Impacto significativo
4	Impacto principal
5	Impacto severo/permanente
Observações	(o sinal + denota o impacto benéfico) (o sinal - denota o impacto adverso)

**Tabela 4.2** Valor da importância dos parâmetros ambientais numa pedreira (modificada de NATANI, 2003).

O uso destas ferramentas pode ser visto como um apoio à tomada de decisões sobre os tipos de acções mitigadoras a serem tomadas. Este recurso permite dispor lado-a-lado parâmetros associados e interactivos. Apesar de serem valiosas estas práticas não podem ser tomadas como uma fórmula matemática exacta para todos os casos ambientais, pois o grau de percepção e inferência de cada profissional ou importância numa comunidade pode variar bastante de pessoa para pessoa, de formação para formação ou mesmo de valoração cultural. A própria elaboração da matriz permite testar a interdisciplinaridade do assunto meio ambiente, ante a sua permeabilidade entre os grupos profissionais envolvidos na sua elaboração. O exemplo de uma matriz de impacto ambiental aplicada a uma área de extracção de rocha ornamental calcária em Makrana, na Índia (NATANI, 2003) é aqui apresentado como um ensaio próprio para análise do impacto ambiental de uma pedreira.

A avaliação do impacto pode ser feita por meio de uma matriz classificada como sendo semi quantitativa (para avaliar o peso de todo o impacto de mineração e de actividades relacionadas ao ambiente). Os parâmetros ambientais tornam-se mais relevantes de modo que possam ser correlacionados nos termos da importância relativa que seja feita a realçar a identificação da causa e dos relacionamentos do efeito. Os sinais positivos e negativos foram atribuídos ao valor do impacto de cada parâmetro para mostrar impactos benéficos e adversos, respectivamente. O peso total dos valores do impacto fora atribuído segundo o esquema da **Tabela 4.3**:

Parâmetros Ambientais	Valoração					Total	Peso
	1	2	3	4	5		
1. Ocupação da terra e uso do solo					*	5	5/30
2. Recursos hídricos			*			3	3/30
3. Ar e ruído				*		4	4/30
4. Flora e fauna		*				2	2/30
5. Económico-sociais					*	5	5/30
6. Mobiliário público			*			3	3/30
7. Saúde e Segurança				*		4	4/30
8. Valor estético			*			3	3/30
9. Prédios e monumentos Históricos	*					1	1/30
					$\Sigma$	30	

**Tabela-4.3** Parâmetros de impacto ambiental numa área de mineração em Makrana, Índia (sem medidas mitigadoras), modificada a partir de NATANI, 2003.

A matriz apresentada (**Tabela-4.4**) serve de base a um trabalho minucioso de avaliação dos impactos ambientais, sintetiza a colectânea bibliográfica levantada e é resultado da própria compilação do presente trabalho enquadrando-se no objectivo maior de proporcionar ferramentas na condução de uma correcta análise dos assuntos pertinentes já abordados e contribui para o enriquecimento profissional ante os novos paradigmas que surgem. A matriz será necessariamente objecto de discussão entre os colaboradores das partes envolvidas que editarão conjuntamente alguns objectivos genéricos em termos sectoriais, indo de encontro com as respectivas metas previstas. O conceito e elaboração de metas devem ser entendidos como um meio para atingir determinado objectivo. No entanto, é necessário realçar que no momento de análise de um caso específico de uma exploração, cada um destes itens deve estar quantificado e definido ao pormenor (DINIS, et al. 1998).

<b>Tipologia/interferência do Impacto a ser avaliado</b>	<b>ECONÓMICOS</b>	<b>RECURSOS HÍDRICOS</b>	<b>GEOMORFOLÓGICOS</b>	<b>RUÍDO OU VIBRAÇÃO</b>	<b>ATMOSFÉRICOS</b>
<b>Descrição ou avaliação medida</b>	Causa/efeito	Parâmetros hídricos físicos/químicos biológicos na micro bacia	Valores paisagísticos	Intensidade das ondas de percussão sonora ou sísmica	Dispersão de pó sobre área de influência
<b>Tipo de escala/ordem</b>	Quantitativa	Nominal	Qualitativa	Nível de pressão sonora <i>dB</i> (decibéis)	Magnitude
<b>Determinação</b>	Fluxo-de-caixa	Subjectivo	Análise especializada Irreversível	Medidor de pressão sonora ‘ <i>decibelímetro</i> ’/ sismógrafos	Medidores de alto volumes “ <i>hi-vol</i> ”
<b>Reversibilidade/temporalidade</b>	Temporal (duração da lavra)	Irreversível	Reversível	Reversível/temporal	Reversível/temporal (duração da lavra)
<b>Custo/benefício</b>	Positivo	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo
<b>Citação no texto/referência</b>	Sub. Cap. 2.5 SOBREIRO & VIEIRA (2001),	Cf. CUPETO <i>et al.</i> (1994)	Sub. Cap. 4.2 VALENTE (2002) RODRIGUES (1998).	Sub. Cap. 4.4 GAMA (1998)	Sub. Cap. 4.3 GONZALEZ (1990 e 1998)

Tabela-4.4 Síntese de estudo proposto sob forma de matriz de Análise Ambiental na área de interferência de uma pedreira.

## 5 Medidas aconselháveis para reversão do processo

*“Terminou a época em que  
a natureza era fornecedora  
de recursos mais ou menos gratuitos  
e o receptor ilimitado dos resíduos.  
A água, o ar e o solo  
tornam-se mercadorias  
a proteger para o bem de todos  
e o desenvolvimento económico  
deve tê-lo em conta”*

BRICE LALONDE, In SILVA, 2003.

## 5.1 Intervenções de melhoria

O estabelecimento de medidas de melhoria ou de reaproveitamento das infra-estruturas minerais não pode ser feito ao acaso pois, além do factor ambiental ligado ao impacto paisagístico, é necessário preocupar-se igualmente com os biótopos e geótopos nomeadamente com a interferência que a actividade mineira possa causar na sustentabilidade ambiental dos recursos geológicos explorados. REBELO (1999, pp. 20) considera que numa exploração racional de uma pedreira é indispensável um acompanhamento geológico permanente. Esta interferência, por muitas vezes positiva, pode ter implicações com a melhoria da qualidade de vida das gerações futuras.

Este capítulo descreve as diversas concepções possíveis para conceber o meio ambiente como um bem de uso comum e estratégico no planeamento das empresas de mineração interessadas e empenhadas em promover o tema de forma estratégica, abordando as variáveis desta integração ao futuro comum, ver **Tabela 5.1** com esquema sintáctico.

Estágio da exploração	Concepção	Características
Novas	Inovação contida no PDA/EIA	Conforme anexo I da portaria 330/2001
Em curso	Adaptação e recuperação ambiental	Princípios de restauração e sustentabilidade (quadro 5.2)
Abandonadas	Reabilitação/restauração reconversão Ambiental	Requalificação para melhoria ou novo uso diferente do actual

**Tabela 5.1** As fases de exploração e as medidas adoptáveis para reversão do processo impactante. Modificado e ampliado a partir de COSTA (1999).

Para MAGNO (2001) a integração como princípio “metodológico” foi considerado um instrumento determinante de uma evolução ambiental, permitindo consagrar as preocupações ambientais na política mineira e, sobretudo, na concretização normativa desta política. Nos velhos códigos mineiros eram frequentes as disposições relativas à preservação dos recursos, ao seu bom aproveitamento, ao aproveitamento integral, à proibição da lavra ambiciosa e de práticas de desperdício. Hoje, uma nova abordagem e centralizada na questão relativa às melhorias ambientais das áreas exploradas e degradadas, dos resíduos e os novos regimes das pedreiras são exemplos marcantes disto. O próprio Decreto-lei 270/2001 pode ser considerado a primeira lei mineral a qual, expressa e assumidamente, reivindica o ‘**princípio da integração**’ e do paradigma do desenvolvimento sustentável.

E como funciona esta integração? O que se compreende claramente como ‘medida mitigadora’? Numa definição mais abrangente seria ‘estabelecer medidas e meios necessários que estimem, minimizem ou evitem os impactos adversos e, onde for apropriado, para incorporar estas no Sistema de Gestão Ambiental (SGA), do projecto ou sistema produtivo’ (MAGNO, 2001). Na mitigação é que a gestão do impacto estabelece as medidas necessárias para evitar ou minimizar impactos adversos previstos e, onde couber, incorporar a sua **monitorização** (Subcap. 5.7) na fase de verificação do SGA do projecto ou ciclo produtivo, sendo estes cruciais para o bom desempenho de uma mineradora. Uma nova ramificação aplicativa da Geologia cria um preponderante papel na defesa e melhoria do ambiente. REBELO (1999) alega que o reconhecimento de tal facto é a razão pela qual esta ciência tem sido cada vez mais solicitada para intervir nesta matéria, pois “só ela pode definir os condicionalismos ligados às formações geológicas”.

O Estado deve participar em todo o processo de adaptação ambiental assumindo a sua função na tutela ambiental cabendo também à Administração colaborar incentivando junto a empresários, associações empresariais, enfim, o sector produtivo como um todo (*cf.* com a formação de redes no Cap. 2). Suas formas de actuar podem ser através de Contrato de Adaptação Ambiental, Estudos Integrados de Ordenamento, Impacto Ambiental e Recuperação Paisagística; Controlo Ambiental em Áreas Mineiras Abandonadas (DINIS *et al.* 1998).

São várias as técnicas de preparo e manejo para reverter o impacto. Para REBELO (1999) a utilização de cartas geológicas ou mesmo mapeamento de unidades geoambientais (como o realizado por SOBREIRA, 1995), transformam-se em instrumentos indispensáveis ao

completo conhecimento da constituição e estrutura das rochas e dos acidentes tectónicos que as afectam. Pois, há que ter em conta questões como a possível contaminação das águas superficiais e subterrâneas por substâncias poluentes e ainda em outras situações tais como: recuperação de pedreiras, explorações mineiras com uma gestão exploratória eficiente e racional dos recursos naturais, na procura de maciços graníticos viáveis, estruturas ou formações apropriadas à extracção.

## 5.2 Restauração

A restauração como exposta por MENDES (2000, pp. 334 - 335) implica o restabelecimento do nível original do terreno e a implementação de uma utilização do solo anterior à exploração (uso agrícola ou florestal, por exemplo). A autora (pp. 253) refere-se ainda numa transcrição de BARRETO (1967, pp. 3), ao reforçar que se “trata na verdade, de proceder com as reconstituições ou recuperações de paisagens degradadas, ou mesmo criar paisagens inteiramente novas, em locais onde as indústrias extractivas do subsolo vão reduzindo ou eliminaram por completo as possibilidade de um imediato aproveitamento económico da superfície em consequência do exercício da sua própria actividade”.

A qualidade de um projecto de restauração (com orçamento calculado entre 1.500 a 6.000 euros/hectare) orientado para a conservação da natureza é uma preocupação permanente para os exploradores de pedreiras. Medidas como: cultivo de espécies vegetais autóctones raras, ou muito semelhantes às existentes, a reintrodução de aves, a criação de áreas de lazer orientadas para a natureza e outras (RUGBY CEMENT, 1997; ALBERT, 1996 e (de) LESPINAY, 1998). Na opinião de STEIN (1985, *In* BRODKOM, 2000) em todos os tipos de projecto, os problemas da reflorestação do solo devem ser estudados cuidadosamente.

Para um local de extracção tradicional, ou semelhante a isto, existem duas áreas distintas: a zona de extracção propriamente dita (por exemplo, uma pedreira ou uma exploração aluvionar) e a zona das praças de desdobrimento (zona do ponto 2 da **fig. 2.3**), de carácter mais transformador. Quando o local é encerrado, as praças de desdobramentos são sempre desmontadas para futura utilização ou recuperação. AGARWAL (2003) ainda aconselha os seguintes princípios **restaurativos de integração** do sítio mineiro (**Quadro 5.1**).

<b>Princípio fundamental</b>	a tecnologia da extracção deve ser promovida de modo <b>sustentável</b> à geração futura pelo meio ambiente saudável e benefício da sociedade.
<b>2º Princípio</b>	o rejeito da mina não será despejado fora, em outra área, pelos limites da concessão ou na sua parte externa. Este será <b>preenchido</b> nos vazios anteriormente criados após a extracção final da pedra.
<b>3º Princípio</b>	o manto de alteração da frente de lavra da pedreira deve ser <b>preservado e conservado</b> .
<b>4º Princípio</b>	a terra que foi aberta pela escavação para a extracção da pedra ornamental será <b>restaurada/recuperada/reabilitada e reconvertida</b> para o seu uso original ou para uso social qualquer.
<b>5º Princípio</b>	as etapas que serão feitas devem assegurar uma <b>gestão eficaz</b> do solo primário na área de concessão, ao permitir que no local a água subterrânea infiltre durante a estação chuvosa e possibilite o desenvolvimento de um cinturão verde, até que se execute toda a extracção da pedra.
<b>6º Princípio</b>	a <b>água</b> é sinónimo de <b>vida</b> . Não deve ser desperdiçada. As várias técnicas combinadas devem ser adoptadas para a gerência eficaz da água da chuva nas pedreiras e, por fim, com vistas a restauração do regime hídrico.
<b>7º Princípio</b>	“ <u>cada um por todos e todos juntos</u> ”. Deve haver <b>união</b> e a <b>integração</b> dos envolvidos directa e indirectamente, em todo o ciclo produtivo devem estar conscientes da necessidade da protecção ambiental.

**Quadro 5.1** A chave de sucesso da recuperação ambiental pela via dos seus princípios básicos, adaptado e modificado a partir de AGARWAL (2003)

Mas, antes que tal possa acontecer, são necessárias ‘medidas de persuasão e de esclarecimento’, para que a mudança de mentalidades (pela tomada de consciência) levante a discussões sadias e polémicas no debate de opiniões advindas de correntes de interesses divergentes. VAN BERKEL (2000) fala da necessidade da promoção de uma maior ‘**literacia mineira**’ para que os profissionais da mineração possam fazer proveito de uma melhor abordagem das questões ambientais envolvidas na actividade. As diversas opiniões deveriam convergir para objectivos comuns: “as razões e a urgência da minimização dos impactos ambientais, bem como a respectiva recuperação paisagística de pedreiras, pôr forma a uma integração paisagística” (MENDES, 2001, pp. 226).

### 5.3 Reconversão

A reconversão implica uma alteração substancial da situação e aspecto resultante da actividade extractiva, ao pretender atingir, ou mesmo superar, o potencial existente de pré-uso sobre o estado do solo antes da interferência mineira. Esta possibilidade é alcançada, por exemplo, quando é feito o enchimento total do fosso para a regularização da superfície de toda a zona afectada e a implantação de um aproveitamento agrícola, a adequar à potencialidade do solo disponível **diferente** do uso anterior. Poderá, por outro lado necessitar apenas de um enchimento parcial (de diferentes níveis) para a concretização da reconversão, visando a sua integração no modelado do relevo envolvente e possibilitando o estabelecimento de vegetação que, no seu conjunto (forma atingida pelo terreno mais vegetação), permitam a implantação de determinado tipo de utilizações e funções, desde as que são características da rede contínua natural de conservação do equilíbrio biofísico e paisagístico do território até às de carácter recreativo, passando por possíveis graus de aproveitamento agrícola, silvícola, etc. (AGARWAL, 2003)

Ainda como expõe MENDES (2000, pp. 334) a modalidade reconversão é a que terá maior aplicação na tentativa de modelar e conseguir paisagens novamente utilizáveis. Ela viabiliza um **novo uso** produtivo após o abandono da actividade extractiva, pelo aproveitamento das potencialidades do solo existente e da vegetação. Sendo possível, fundamentalmente, instalar as potencialidades resultantes das características e da própria configuração da pedreira, o que contribui para uma valorização da paisagem.

A reconversão situa-se nos extremos entre a execução de uma restauração (**Subcap. 5.2**) e a situação de abandono total do sítio de produção. O objectivo maior é o restabelecimento ou uma reabilitação das condições básicas de viabilidade no equilíbrio ecológico, da estabilidade física, do uso produtivo e de um determinado ordenamento do território na paisagem natural.

Dois tipos reconversão são identificados:

- um primeiro tipo visando o enquadramento e a integração das pedreiras na paisagem envolvente, através da sua inclusão numa rede contínua natural (essencialmente mata de revestimento protecção e recuperação) com as funções já definidas e carácter não directamente produtivo, mas de extrema importância para a conservação do equilíbrio biofísico, ecológico e harmonização paisagística do território.
- um segundo tipo de possibilidade de reconversão que poderá ser faseada e compatibilizada, no espaço e no tempo, com outras funções mais específicas, no que diz respeito ao recreio e geoturismo. De facto, as situações criadas ou possibilitadas pela actividade extractiva são passíveis de aproveitamento (sobretudo se esse aproveitamento ou destino final já considerado e delineado nos planos de exploração

(Plano de Lavra) a partir do início da extração, existindo todo o interesse em criar uma rede estruturada e consistente de espaços de recreio, geoturismo e outros). Outros projectos de recuperação benéficos à sociedade em geral incluem campos de golfe, parques industriais, anfiteatros, campos de jogos, etc. (VDZ, 1984, *In* BRODKOM, 2000).

#### **5.4 Medidas mitigadoras dos impactos geomorfológicos negativos**

As explorações a céu aberto são, pela própria natureza, potencialmente agressivas ao meio ambiente. Os espaços que sofrem estas agressividades sem os devidos cuidados são condenados a processos irreversíveis e de difícil recuperação com remediações mais dispendiosas e lentas. Por diversas razões as indústrias mais aptas e sensíveis à responsabilidade social em questão começam a despertar para a necessidade crescente da protecção ambiental.

Na opinião de CONZÁLEZ (1990) durante a fase de exploração as medidas minimizadoras do impacte visual e paisagístico devem passar pelo disfarce do efeito dos desmontes, ao implantar coberturas arbóreas de modo a encobrir total ou parcialmente a exploração, minimizando também muitos dos impactes já referidos no capítulo 4.

LUZÓN *et al.* (1998) defende que algumas medidas de protecção da paisagem que podem passar por: um melhor desenho do perfil de escombreyras em socalcos e patamares; uma rápida restauração das escombreyras; disfarce das zonas de exploração conforme se vá extraindo e, ao mesmo tempo regenerando. Sendo impossível reconstituir exactamente a mesma forma das paisagens iniciais numa fase de desactivação da exploração são várias as possibilidades de recuperação paisagística e soluções de integração do sítio explorado à paisagem natural. As medidas que couberem arranjos de intervenção paisagística merecem um cuidado redobrado, pela dedicação e pela natureza do seu desenvolvimento, pois requerem custos elevados e devem ser executados em concomitância com a exploração do bem mineral. Algumas precauções devem ser levadas em consideração, como:

- tratamento paisagístico da área envolvente;
- adequação do manejo do material depósito;
- pavimentação dos acessos viários internos;
- implantação de cinturão arbóreo em torno da actividade;
- deposição selectiva de resíduos sólidos (sucatas e material descartado); e,
- dimensionamento de drenagem compatível com as novas superfícies da pedra.

A sensibilização deve atingir o público em geral, as entidades locais e os formadores de opinião. A conservação da **paisagem** só tomou corpo em importância crescente a partir da Lei de Bases do Ambiente nº 11/87, sendo definida no seu artigo 5º como a “unidade geográfica, ecológica e estética resultante da acção do Homem e da reacção da Natureza, sendo primitiva quando a acção daquele é mínima e artificial quando a acção humana é determinante”.

Deste regulamento temos que uma pedreira de grandes dimensões, estando situada numa zona rural ou urbana, já não pode ser encerrada sem o mínimo de recuperação. Em muitos casos, esta recuperação precisa de ser planeada durante as fases iniciais do projecto de extracção e em alguns casos, o modo de efectuar os trabalhos depende do tipo de recuperação prevista. Se, por exemplo, o local se destina a ser recuperado para fins agrícolas, deve ter-se o máximo cuidado antes de iniciar a extracção, nomeadamente nas fases da remoção do solo e do armazenamento da cobertura. As técnicas de reposição do terreno, restituição e drenagem natural, e recuperação dos solos são também muito importantes (CLOUSTON RPS & WYE COLLEGE, 1996 *In* BRODKOM, 2000).

## 5.5

### **Medidas de minimização dos impactos atmosféricos negativos**

A melhor solução para obstar a estes impactos é, sem dúvida, a minimização do efeito ao agir sobre as fontes emissoras de poeiras ou na atenuação de sua intensidade. Uma vez que na maioria dos casos, isto não é viável, há que tentar reduzir os efeitos captando o maior número possível de partículas sólidas emitidas pelas fontes emissoras dentro da realidade económica.

A eliminação de poeiras poluentes pode efectuar-se por duas vias: húmida e seca. Por outro lado, a eliminação por via húmida está associada aos trabalhos subterrâneos é considerada um dos meios mais eficazes de melhoria das condições de trabalho e da boa ventilação das galerias.

Nos trabalhos a céu aberto e para cada caso da fonte emissora, as medidas mais aconselháveis minimização são apontadas, para aterros de material fino e circulação de viaturas sobre rodovias não pavimentadas:

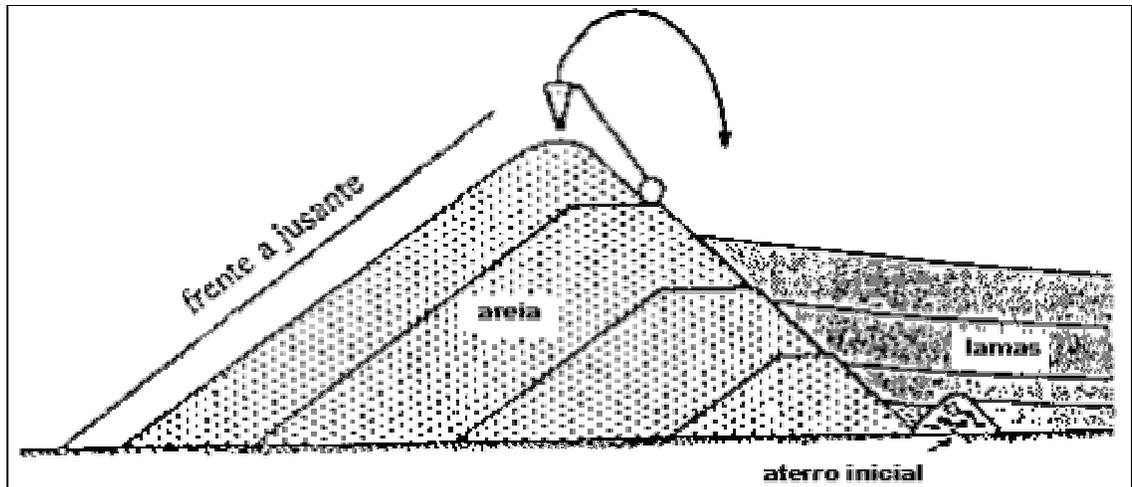
- aterros de material fino, a minimização, ou mesmo a anulação, deste impacto negativo deve efectuar-se com a selagem do aterro para as vias de circulação ou a sua regeneração vegetal, e
- circulação de viaturas sobre rodovias não pavimentadas; em grandes instalações a captação das poeiras, levada a efeito por turbinas de sucção, terá de ser efectuada em conjunto nas áreas de trabalho. Nas fontes pontuais muito localizadas deve colocar-se mangas de sucção. As partículas captadas são lançadas em contra corrente em torres cilíndricas onde, no seu interior existem tubos furados com injeção de água.

Sabe-se que a circulação de viaturas em vias não pavimentadas é a que gera maior dispersão de material particulado pela zona envolvente. Uma melhoria sensível foi descrita em WOPFINGER BAUSTOFFINDUSTRIE (1998) (*In* BRODKOM, 2000) onde foram aplicadas várias medidas de correcção para a redução de poeiras, entre as quais **asfaltar** 30% das estradas e proceder a regas por mangueiras.

O despoeirador mais comum consta de mangas aspiradoras flexíveis e amovíveis que se colocam junto das fontes emissoras de poeiras (próximo dos martelos pneumáticos) nas frentes de extracção. O ar saturado é enviado, por sucção, para um depósito metálico fechado que contém no seu interior uma série de filtros paralelos, geralmente de feltro, onde as partículas ficam retidas. Um sistema de tubos com insuflação de ar comprimido puxa as partículas, intermitentemente e em períodos ajustáveis, para descarga nos depósitos e filtros de manga.

Em alternativa, o despoeiramento de praças pode ser efectuado por jactos de água, sendo depois a mistura sólidos/líquidos adicionada à saída destas praças de trabalho. A separação da fase sólida (partículas) da fase líquida (água) deve efectuar-se nas chamadas bacias (tanques de decantação, ver **Fig. 5.1**) de decantação estáticos, estudados em (MONTEIRO 2003). Os tanques (ou bacias) de sedimentação são bastante utilizados nas indústrias de transformação de rochas ornamentais, devido à utilização de via húmida na maioria dos processos de beneficiação.

O questionário de investigação do SEBRA-ES (2004, 7 pp.) indicou os efluentes líquidos (com 90% de indicação) num universo representativo de quase 400 empresas, como o aspecto ambiental mais importante apontado pelas empresas como resultante de suas actividades. O tratamento destes efluentes gera preocupação suficiente para elaborar acções ambientais mitigadoras do processo. As medidas remediadoras, ainda que voltadas para o 'fim-de-tubo', foram indicadas por grande parte das empresas inqueridas (36%) que listaram como uma da meta prioritária a construção de Estações de Tratamento de Efluentes (ETEs).



**Fig. 5.1** Construção de bacias de lamas para decantação do material carregado pelas águas superficiais (extraído de IGM, 1999).

A minimização do impacto da dispersão de poeiras, muito negativo, também pode ser feito por meio de regas contínuas, efectuadas quer por camiões tanques quer por tubarias fixas perfuradas ou "sprays" colocados ao longo das vias nas zonas internas da pedreira sobre superfícies envolventes que muitas vezes acumula camadas de pó proveniente dos trabalhos. Para melhor rendimento destas regas podem adicionar-se à água substâncias químicas como certos compostos polímeros de baixo peso molecular, que têm dupla acção: asseguram uma mais baixa taxa de evaporação da água e aglomeram o material fino, o mais prejudicial, como assinalado anteriormente.

## 5.6

### Medidas de minimização dos impactos negativos provocados por ruídos

As fontes emissoras de ruídos são resultantes da mecanização dos trabalhos e devem-se ao emprego, entre outros, de motores, de compressores, de perfuradoras pneumáticas e jacto de fogo (lança térmica do tipo maçarico). A caracterização destas fontes emissoras é que pode determinar as diferentes formas de ruído para posterior abrandamento por medidas mitigadoras, principalmente sobre os habitantes da zona envolvente e outros seres vivos.

Para melhor compreensão dos efeitos distinguem-se três tipos de ruído:

- como fonte fixa (a exemplo das máquinas compressores);
- maquinaria móvel e as viaturas; e,

- os rebentamentos como fontes esporádicas (isto para o caso das explorações que ainda usam este recurso).

Nota importante em relação ao desmonte de rochas ornamentais é uma gradativa preferência pela utilização de martelos pneumáticos em substituição ao uso de explosivos. Esta era uma prática comum nas lavras, principalmente nas mais rudimentares e empíricas, sobre bolas (matacões) que, outrora, utilizavam explosivos para apressar o desmonte dos blocos e aumentar a quantidade explorada. Esta prática ambiciosa originava, via de regra, impropriedades no padrão estético da rocha ornamental por gerar manchas escuras e sobrefracturação sobre a linha de fogo.

Neste caso específico a simples mudança de uma técnica de desmonte trouxe benefícios ao meio ambiente com nítida vantagem económica na mais valia acrescentada ao produto quando comercializado, ao gozar de maior homogeneidade e sanidade estrutural. Por deixar em desuso os explosivos valeu a experiência de substituição pelos martelos pneumáticos até como medida muito bem-vinda e aplaudida pela comunidade envolvente e entidades representativas da exploração granítica de inertes em Arstop, Suécia (MASSY-DELHOTEL, 1998) (*In* BRODKOM, 2000).

## 5.7

### **A posterior manutenção e monitorização de pedreiras**

A forma como um local de uma extracção é recuperado depende em grande escala da sua localização. Para o caso de pedreiras em flanco de encosta, a recuperação faz-se principalmente tendo em conta a sua integração na paisagem, a estabilidade das suas frentes e o controlo das drenagens pluviais. Para pedreiras em zonas planas, os pontos principais a ter em atenção são as possíveis inundações da pedreira, o controlo da água superficial e a gestão do solo e outras coberturas por DELVAUX (1996, *In* BRODKOM, 2000). Para ambos os tipos de pedreira, adoptam-se plantios de árvores em volta dos locais abandonados para completar a integração na paisagem em forma de cinturão arbóreo.

Geralmente um trabalho de recuperação envolve equipas multidisciplinares, como no exemplo de CARMEUSE S.A. (1998). Os trabalhos em áreas próximas de depósitos aluvionares envolvem ecossistemas sensíveis e complexos, obrigando a participação de especialistas de várias áreas do saber. Os meticulosos cuidados baseiam-se em grande parte na

preocupação de conservar o equilíbrio numa área evolvente caracterizada pela sensibilidade específicos dos ecossistemas aquáticos e na preservação de indicadores hidrogeológicos tolerados pela natureza da zona. Estas minúcias variam conforme o método de extracção em bancadas ou em frentes escarpadas, a escala de produção e os cuidados preservacionistas.

As muitas irregularidades deixadas no terreno pelas pedreiras de rochas ornamentais são difíceis de integrar na paisagem natural e mesmo com a implantação de cinturões arbóreos plantados ao longo dos cumes e encostas. Justamente nestas pedreiras que são normalmente de pequenas dimensões tornam-se torna-se difícil criar terrenos para a agricultura por reposição de terras (EURO-ROC, 1998). No entanto, os esforços são redobrados para recuperar as frentes da rocha (por exemplo, moldando as escarpas no assentamento de vazios das escombrelas) de modo a ocupar os espaços deixados e amenizar as escarpas mais abruptas, a facilitar a introdução progressiva de fauna e flora locais. Os blocos menores, espalhados pelas pedreiras inactivas, devem ser cada vez mais usados como inertes. Contudo, em todos os casos, as soluções técnicas para a recuperação das pedreiras dependem do bom equilíbrio entre duas prerrogativas: a concordância das entidades locais e um custo de recuperação suportável.

Os requisitos para a recuperação são cada vez mais específicos e variam conforme a legislação ambiental: local, nacional ou comunitária, normalmente são pragmáticas em termos de construção de terraços e lagos, colinas, e plantação de árvores. De um modo mais genérico, os planos de recuperação precisam de ser revistos anualmente. As exigências de taxas ou contratos financeiros como garantia de que a recuperação é efectuada (O'BRIEN, 1996), de forma cada vez mais crescentes. As exigências normalmente têm sido a recuperação da floresta e da agricultura local. As entidades vizinhas pedem agora, cada vez com mais frequência, utilizações futuras alternativas como a conservação da vida selvagem ou a criação de espaços públicos, etc. (ASSOCIAZIONE ITALIANA TECNICO ECONOMICA DEL CEMENTO, 1998). Na Europa do Norte, alguns países exigem que o solo de superfície seja repostado após esgotamento dos recursos, nas extracções de areia e gravilha em terreno agrícola ou que os locais sejam reconvertidos para fins recreativos ou especiais como lagos para pesca e santuários de pássaros, novo uso diferente da utilização anterior (CEMENTA AB, 1998).

Interessante comentar que os bons procedimentos de referência vêm sendo levado a cabo por entidades patronais que associadas representam sectores diversos e têm facilitado o trabalho de empresas que isoladas não poderiam contar com apoio técnico e reivindicativo.

Algumas vezes essas associações têm as suas próprias orientações para a implementação da recuperação e ensaiam acordos voluntários, Contratos de Melhoria Contínua de Desempenho Ambiental Sectorial e Termos de Ajustamentos de Conduta (**TAC**). Destas prática destaca-se o acordo de ajustes voluntários de conduta assinado entre o Associação Portuguesa dos Industriais de Mármore, Granitos e Ramos Afins (**ASSIMAGRA**), Centro Tecnológico para o Aproveitamento e Valorização de Rochas Ornamentais e Industriais (**CEVALOR**) e autoridades responsáveis a representar cada ministério envolvido.

Toda a mecânica de acordos e iniciativas deste tipo foram bem investigadas e bem analisadas por **MOL et al.** (2000). A elas somam várias outras que comparadas a muitas regiões mostram que estes grupos associativos criam algumas vezes prémios para as "melhores práticas" de recuperação, na forma de encorajar os exploradores de pedreiras e a recompensar essas mesmas boas práticas, ou ainda criam mecanismos de apoio técnico à elaboração de projectos de boas práticas ambientais, muitas vezes em áreas de interesses conflituosos.

As medidas acordadas e de melhoria implantadas não são um fim em si mesmo mas constituem parte de um **SGA** necessitando de acompanhamento para verificação de suas eficácia. A este processo de acompanhamento dos seus efeitos chamamos de **monitorização**. Nela todos os parâmetros considerados significativos para levantamento e avaliação dos indicadores relevantes são agora medidos com frequência para verificação das suas consequências. Como um exemplo típico e determinante desta relação entre causa e efeito, temos os métodos utilizados para monitorar a amostragem de poeiras mais conhecidos e usados, inseridos em duas categorias:

- 1º Medição gravimétrica
- 2º Medição por raios beta

A primeira é efectuada recorrendo a um aparelho constituído por uma bomba de turbina de caudal elevado (de 1,1 a 1,7 m<sup>3</sup>/min) captando as partículas do ar por aspiração através de filtro rectangular de fibra de vidro. A massa de partículas colhidas no filtro é determinada gravimetricamente por diferença entre a massa do filtro com partículas e a massa do filtro limpa. Existem amostradores que separam a gama de calibres das partículas que se podem fixar nos pulmões:

Na opinião de GONZALEZ (1998) normalmente a frequência das medições é de 24 em 24 horas, pelo menos 100 vezes por ano. A média aritmética dos valores médios diários obtidos durante o ano deverá ser inferior a  $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Na medição por raios beta, o aparelho é baseado no princípio de absorção dos raios beta. As poeiras passíveis de inalação são amostradas e recolhidas num filtro de fibra-de-vidro de avanço automático. Um microprocessador interno gere as diferentes sequências e efectua automaticamente os cálculos de concentração em função da duração do tempo e do volume de ar recolhidos.

Meios diferentes e recursos diversos evoluíram bastante, como os amostradores portáteis de alto fluxo, aparelho de pequeno volume que os trabalhadores podem usar à cintura, funcionando com baterias. Em WOPFINGER BAUSTOFFINDUSTRIE (1998) é citado que a preocupação ambiental deu margem a instalação de um sistema de detecção e alarme precoce para reduzir os inconvenientes das poeiras para os habitantes locais, ao permitir que a fonte emissora de poeiras seja analisada e prontamente se possam tomar medidas remediadoras.

Outros mecanismos mais participativos envolvem os habitantes locais e são descritos em CBPC (1998) e GSM (1996) (citados em BRODKOM, 2000) onde uma das medidas aplicadas em todas as pedreiras foi fazer um controlo das poeiras, por intermédio de um questionário semanal sobre as fontes de emissão e quantidade de poeiras.

## 6 A normalização de projectos ambientais

*“A confiança não é comprada  
é conquistada.”*  
(HAROLD NICHOLLS, 2002)

## 6.1

**A normalização nos caminhos da sustentabilidade**

A contribuição para o enriquecimento do trabalho profissional através da disseminação de métodos e técnicas avançadas de avaliação e estudo de impacto ambiental é um dos objectivos primários desta dissertação. Para isso as mudanças nos indicadores naturais que retratam fielmente as alterações advindas da introdução de uma lavra de granito ornamental ao meio ambiente circundante devem ser utilizados e analisados qualitativamente.

As políticas de desenvolvimento a qualquer preço, baseadas unicamente em preocupações económicas levaram a uma degradação da qualidade de vida das populações (Fig. 6.1) e à destruição do ambiente, muitas vezes de forma irreversível. A tomada de consciência dos problemas levou ao aparecimento de novas políticas e conceitos e a uma nova perspectiva sobre a problemática ambiental (DINIS *et al.*, 1998).

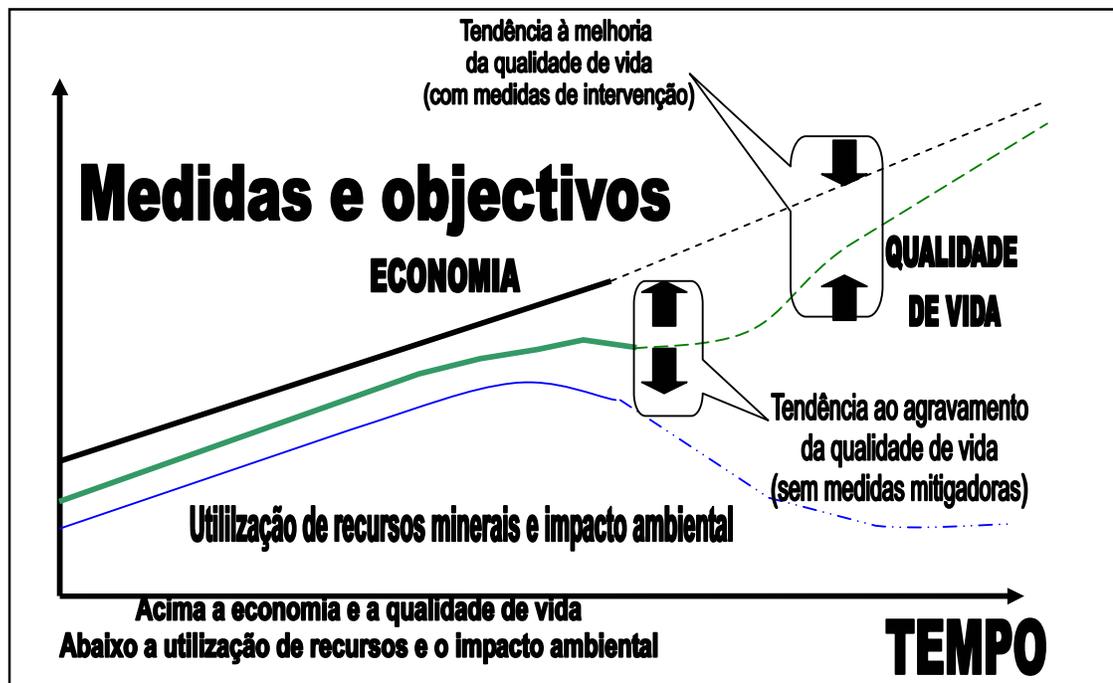


Fig. 6.1 A relação entre uso de Recursos Minerais X Poluição X Economia X Qualidade de Vida. Adaptado de WBCSD (1998, pp. 23).

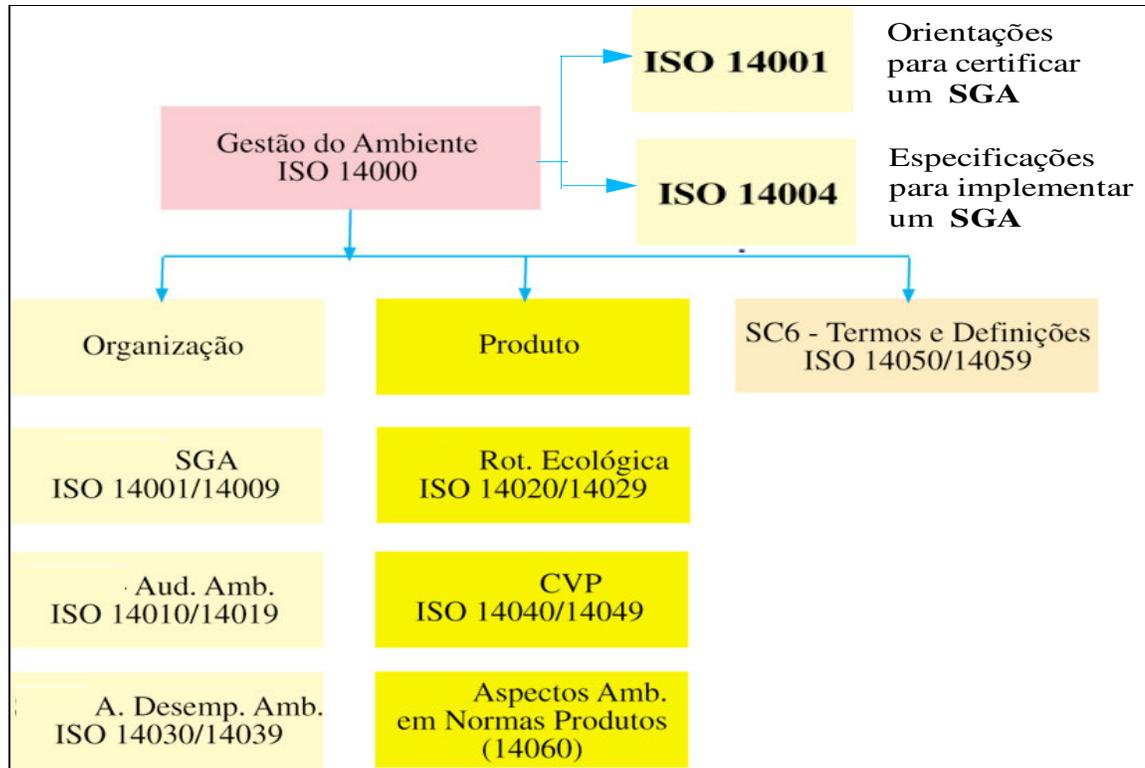
Só investigações mais recentes como em MAOTDR (1993) fizeram emergir novos paradigmas sobre as acções conflituosas e discursos antagónicos ultrapassados de outrora. São sentidas autênticas quebras de paradigmas na concepção evolucionista que as sociedades globais atingiram de maneira frontal, num sério questionamento sobre o próprio bem-estar da espécie humana em nosso planeta.

Qual seria então o nosso caminho comum? Como um conjunto normativo poderia contribuir para o feito? Quais os seus propósitos, suas motivações e vantagens associadas? Como e onde podem ser aplicadas? Para responder a estas e outras indagações de um primeiro contacto com o assunto, é possível afirmar que a normalização tornou-se um instrumento comum para alcançar um mercado único em todo o mundo, globalizado, competitivo e altamente exigente de padrões e políticas de gestão comprometidas com a responsabilidade sócio-ambiental da empresa.

DINIS *et al.* (1998) e MAGNO (2001) assinalam que várias companhias multinacionais, sozinhas, agrupadas ou integradas em associações, já tão cedo fizeram-se dotar de códigos internos de conduta e procedimentos voluntários de avaliação de incidências, auditoria e monitorização. Enfim, todas elas são formas de gestão ambiental orientadas para a prevenção, controlo, correcção e reparação dos impactos causados pela actividade mineira em moldes que consideram compatíveis com os objectivos do desenvolvimento sustentável. Estes executivos e empresários encararam o **SGA** não como uma exigência legislativa obrigatória, que não é, mas sim como um conjunto de acções que serão decisivas na competitividade industrial.

A entidade **ISO** (do acrónimo em inglês *International Organization for Standardization*), fundada em Genebra a 23 de Fevereiro 1947, ligada à Organização das Nações Unidas (**ONU**), com sede na Suíça, é uma organização mundial que congrega todas as organizações de normalização nacionais. Sua principal missão é a promoção do desenvolvimento da normalização e actividades correlatas no mundo, visando facilitar o intercâmbio internacional de bens e serviços, bem como desenvolver a cooperação no âmbito das actividades intelectuais, científicas, tecnológicas e económicas. O seu trabalho resulta em acordos internacionais para publicações de normas internacionais que somam mais de onze mil pela ISO, encontrando-se as normas das famílias ISO 9000 e ISO 14000 entre as mais conhecidas.

A normalização surgiu no percurso destas diversas vertentes em que o assunto meio ambiente perpassa em meandros e é um irrepreensível recurso para apoio à elaboração de projectos ambientais. Surge aos moldes e requisitos normativos da família de normas da série ISO 14.000, sendo tratada como ‘um **ajuste voluntário** às regras do mercado mais eficiente que as regras legais impositivas’ (*e.g.* OLIVEIRA, 2003).



**Fig. 6.2** As normas da série ambiental: a ISO 14000 (cf. com VALLE, 1996, pp. 104). Extraído de IAMBIENTE, 2004.

A série ISO 14000 caracteriza-se por conter normas que abrangem tantos aspectos ligados à empresa, em si mesma, como entidade a ser certificada como o produto que elabora (quadro do Ciclo de Vida do Produto - CVP). Para VALLE (1996, *In* CISSÉ BA, 2003), esta família de normas é mais abrangente do que a ISO 9000. Além de prever condições para certificação das instalações das empresas e suas linhas de produção, no sentido de cumprirem os requisitos de qualidade da produção, também possibilita a certificação dos próprios produtos que satisfaçam aos padrões de qualidade ambiental. Esta característica foi considerada inovadora e a organização poderá optar por uma estratégica mais apropriada.

ARAÚJO (2004, pp. 30) comenta que estas normas internacionais da ISO, são desenvolvidas seguindo os princípios de:

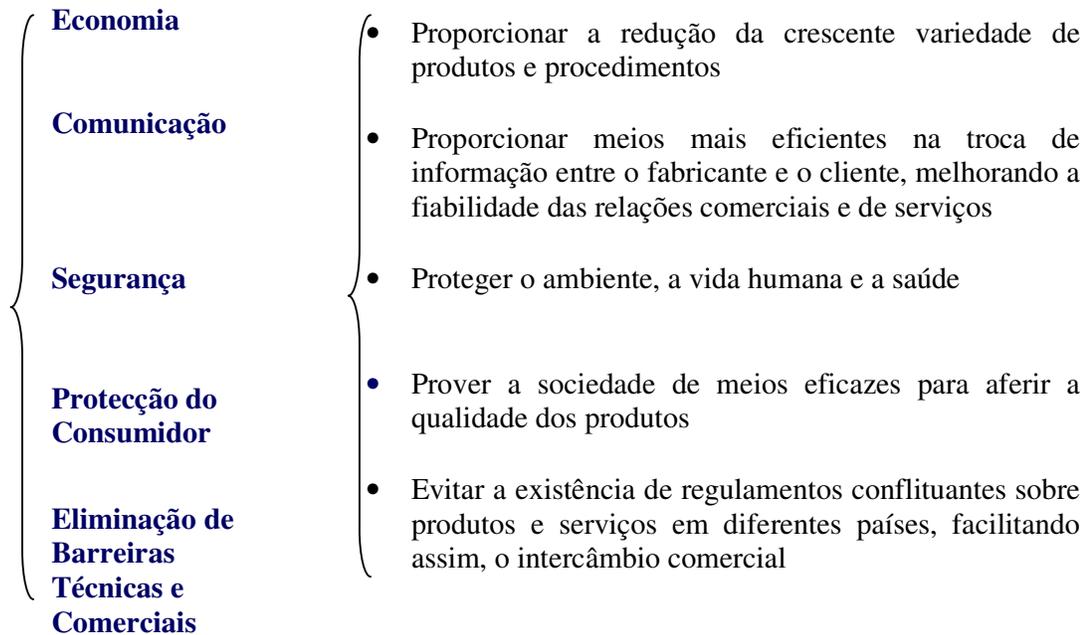
1. **consenso**– a levar em conta todos os interessados: fabricantes, consumidores, laboratórios, governos e investigadores;
2. **alcance**– a adoptar soluções globais que satisfaçam indústrias e consumidores;
3. **voluntariedade**– a normalização internacional é comandada pelo mercado e baseada no envolvimento voluntário (já assinalado anteriormente) de todos os interessados.



**Fig. 6.3** Quadro simplificado da família de normas ISO 14000. Extraído de IAMBIENTE, 2004.

As normas são documentos que contêm especificações técnicas ou outros critérios precisos para serem usados como regras e orientações (para certificação) ou definições (para implementação) de determinadas características. Asseguram a qualidade dos processos, produtos e serviços, adequando-os aos objectivos e metas para os quais foram concebidos (IAMB, 2005). Este método de trabalho é mais usado na área ambiental para resolução de problemas ou minimização de impactos, que são metas traçadas na etapa de avaliação inicial e planeamento.

É possível dizer que é a normalização a estabelecadora de **prescrições** (em relação à actividade e a seus problemas existentes ou potenciais) destinadas à utilização comum e repetitiva com vista à obtenção do grau de ordem óptima no contexto da organização (aqui no caso a mineração). Na prática, a normalização está presente na produção, na transferência de tecnologia, na melhoria da qualidade de vida através de normas relativas à saúde, à segurança e à preservação do meio ambiente. Os objectivos da normalização são enumerados, no **Quadro 6.1**:



**Quadro 6.1** Motivos maiores para a normalização ambiental.

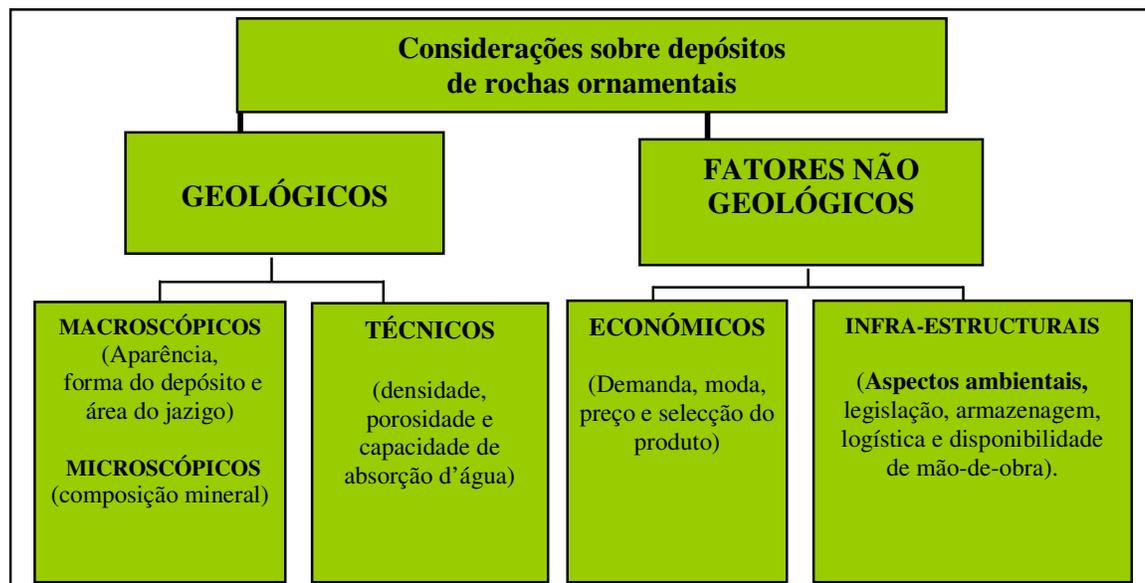
## 6.2 A gestão ambiental de uma pedreira

A sensibilização ambiental e o oportuno senso de estratégia que envolve os negócios da mineradora deve ser o ponto de partida para a conscientização das suas responsabilidades. Esta sensibilização faz sentido ao lembrar que ao lidar com “um produto como a rocha ornamental, que deve satisfazer requisitos **qualitativos**” (LUODES, 1992) (*In SELONEN et al.*, 2000, pp.280). temos a percepção da razão de existência da própria actividade inserida num conceito de ética e responsabilidade social. Isto deve ser seguido em todos os elos da cadeia produtiva, desde a pedreira, com depósitos submetidos a critérios como o de LUODES (1992, *In SELONEN et al.*, 2000) até o seu processamento no acabamento requerido ao consumidor final nas suas formas e tamanhos definidos (**fig. 6.4**).

No entendimento de MENDES (2001, pp. 242), o desenvolvimento de um Sistema de Gestão Ambiental (**SGA**) estruturado e integrado, como em todas as outras actividades de gerência, é fundamental para que se atinja a eco-eficiência. Isto porque as empresas consideradas ecoeficientes são as que conseguem benefícios económicos — rapidez em seus processos e qualidade ambiental reconhecida em seus produtos, com redução nos custos associados aos desperdícios de água, energia e materiais — ao mesmo tempo que alcançam

benefícios ambientais por meio da redução progressiva da geração de resíduos sólidos, efluentes líquidos e emissões atmosféricas, inserindo no seu processo de gestão total o conceito de prevenção da poluição e de riscos ambientais.

Um bom **SGA** permite que as organizações alcancem seus objectivos, ambientais e económicos, através da distribuição de recursos, dos compromissos, de responsabilidades e da contínua avaliação das suas práticas, processos e procedimentos. Na realidade um **SGA** é um conjunto de procedimentos, decorrentes e interactivos, cujo principal objectivo é atingir a melhoria contínua do desempenho ambiental da organização.



**Fig. 6.4** Factores a serem considerados na avaliação de um depósito de rocha ornamental, modificado de LUODES (1992, citado em SELONEN *et al.*, 2000, pp.280).

A implementação de um Sistema de Gestão Ambiental (**SGA**) constitui uma ferramenta estratégica de resposta para o empresário sensibilizado, ao possibilitar a identificação de oportunidades de melhoria da gestão total que reduzam ou minimizem os impactos sobre o Ambiente das actividades da organização. Esta ferramenta deverá estar sempre associada às questões de conquista de cota de mercados e de geração de retorno de investimento.

As análises das medidas adoptadas são feitas sempre a cada implementação de um processo inovador, para o caso do **SGA** não poderia ser diferente. As questões de análise vão sempre vão surgindo para reflectir sobre o **porquê** da Gestão Ambiental elas são prova da necessidade da melhoria contínua do processo (**Fig. 6.5**). Para relacionarmos estas análises e questionamentos numa óptica mais sistematizada temos que listar e registar cada

implementação e seus efeitos, estas são questões para o sucesso deste sistema, compilado de OLIVEIRA & ALMEIDA (2005)a.

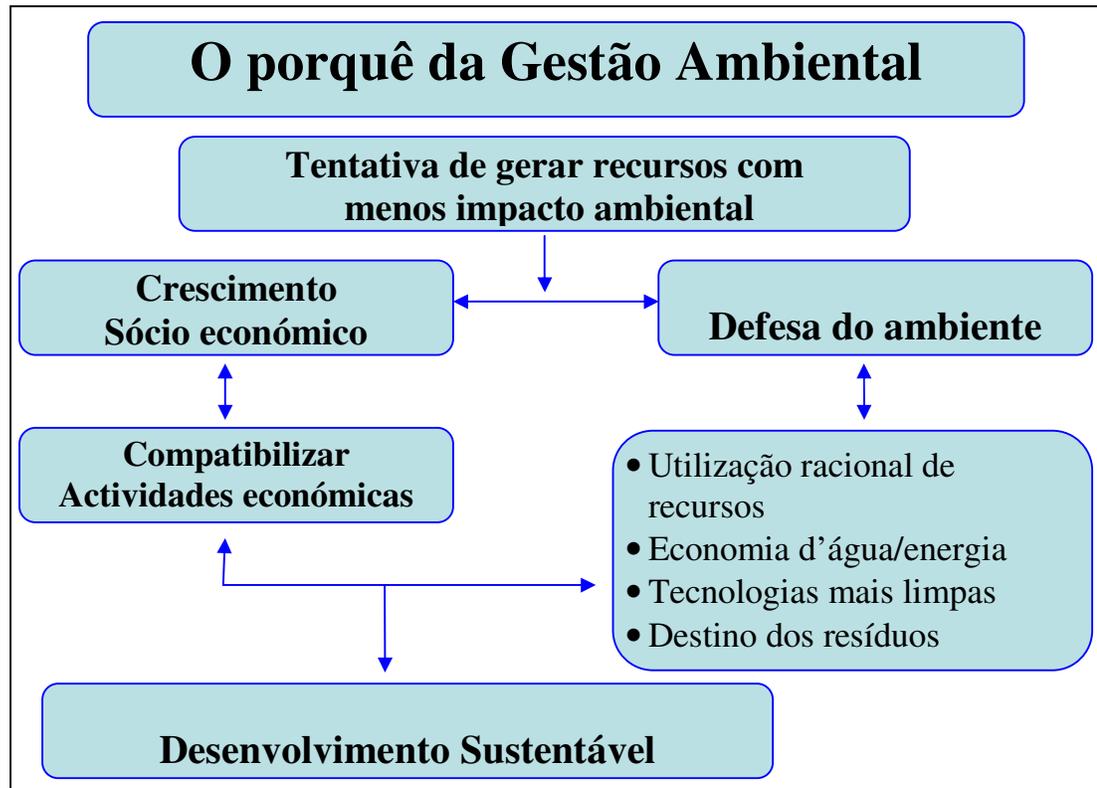


Fig. 6.5 Questionamento e integração dinâmica de um SGA (modificado de DINIS, 1998).

Um SGA que siga a normalização ambiental é aqui defendido por levar vantagem em relação a outros investimentos vultosos, tais como: aquisição de maquinaria, bens-de-produção e recursos materiais. Os mecanismos de Gestão Ambiental podem ser das opções menos onerosas e com nítidos benefícios. (OLIVEIRA & ALMEIDA, 2005c).

### 6.3

#### A sustentabilidade ambiental na Indústria Extractiva

Como alcançar a sustentabilidade da indústria extractiva de rochas ornamentais? Porque gerir ambientalmente uma unidade produtiva de Rochas Ornamentais? Quais os procedimentos usuais mais aplicados num Sistema de Gestão Ambiental (SGA)? Como estipular objetivos e metas de uma política ambiental? Que tipo de trabalho desenvolve um técnico para gerir uma pedreira de modo a alcançar a ecoeficiência, na busca do 'ecobusiness'?

Nas prescrições seguintes são listados passos decisivos da gestão ambiental nos rumos da excelência da qualidade ambiental

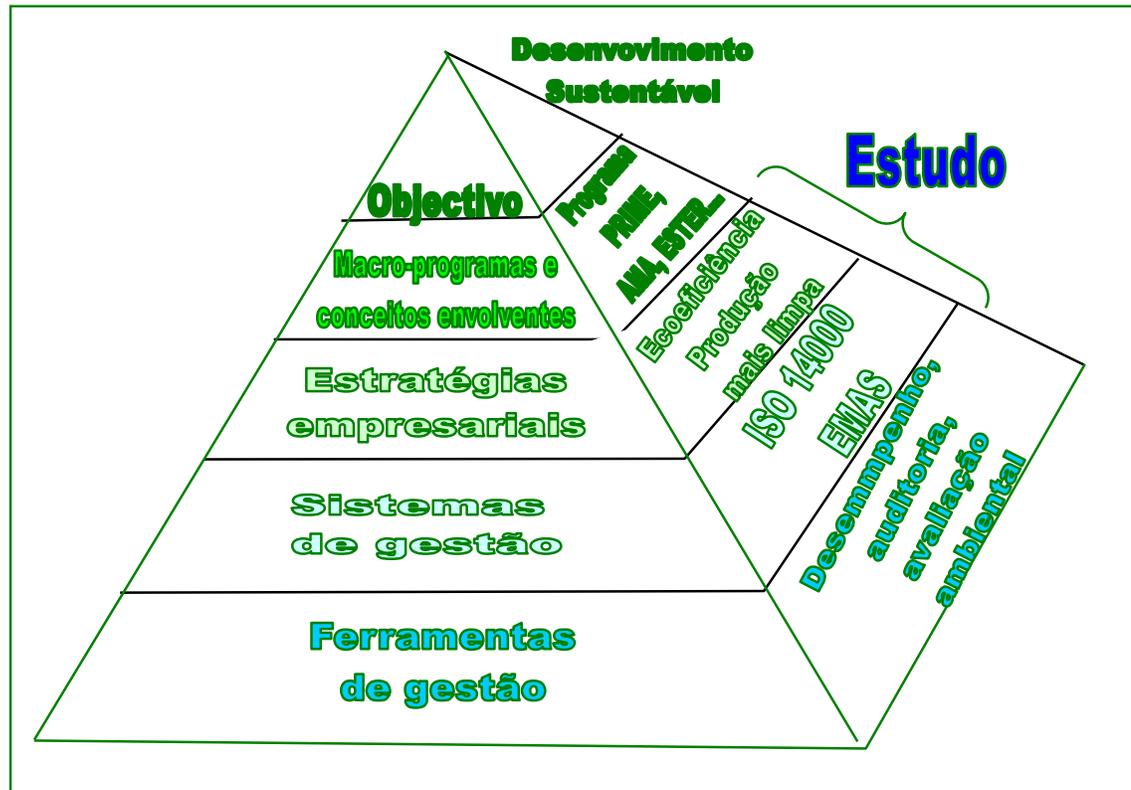
Os níveis superiores de decisão na indústria extractiva das rochas ornamentais devem ser convencidos. Ao actuar como agentes transformadores do sector produtivo os níveis técnicos agem como multiplicadores de boas práticas. Isto é, fazem crer que através da tomada de consciência ambiental os impactos da mineração a céu aberto possam ser levados a alcançar uma sequência, salutar e desejável, caso se adoptem medidas mitigadoras e atenuantes dos efeitos reconhecidamente nocivos das lavras ambiciosas e insustentáveis sob a égide das gerações vindouras, na concepção a que MAGNO (2001) se refere.

A limitação, implícita ao conceito de desenvolvimento sustentável, reconhece a necessidade da tecnologia desenvolver soluções que conservem os recursos limitados actualmente disponíveis na Terra, permitindo renová-los (caso específico dos recursos naturais renováveis) ou utilizá-los racionalmente na medida em que sejam necessários às futuras gerações. Existe sim, uma necessidade de racionalização do planeamento em todas as fases do processo produtivo, extracção e transformação, devendo constituir um meio para alcançar um desenvolvimento mais duradouro, sem que necessariamente se produza menos, mas sim de uma maneira diferente (DINIS *et al.* 1998).

Deve-se entender o conceito de desenvolvimento sustentável como a possibilidade do surgimento de uma nova era de desenvolvimento económico, viabilizado com políticas que mantenham e expandam a base dos recursos naturais. ‘As políticas de desenvolvimento são processos de política pública de Estados Nacionais. Os estilos de desenvolvimento estão sustentados por políticas de Estado que, por sua vez, dão valor a padrões de articulação muito determinados dos diversos segmentos sociais e económicos com os recursos disponíveis na natureza’ (BURSZTYN & BARTHOLO JR, 1999). Ao situar o presente estudo ante estas ponderações podemos compreender melhor toda situação abordada numa óptica mais envolvente, interactiva e produtiva (*cf.* com a Fig. 6.6).

No desenvolvimento sustentável a Ciência, Tecnologia, a Sociedade e o Ambiente (sistema CTSA) correspondem a um sistema de articulação entre uma racionalidade ambiental e os processos concretos que definem as possibilidades de estratégias de manejo integrado do meio ambiente. Esta interacção requer que o sistema de CTSA – do qual a política pública de ciência e tecnologia é um instrumento – esteja sustentado por paradigmas que incorporem o

potencial ecológico, as condições ambientais e os valores culturais na organização dos processos produtivos, modificado na adaptação de BURSZTYN *et al.* (2001).



**Fig. 6.6** O objecto de estudo nos diversos níveis hierárquicos de actuação e pesquisa. As esferas das redes de investigação (WBCSD, 1998, pp. 6).

Para BURSZTYN & BARTHOLO JR (1999) (*In* CAGNIN, 2000, pp. 25) o termo sustentabilidade abarca as seis dimensões seguintes, vistas como sistemas articulados, cuja integração comporta elementos que se antagonizam ou concorrem entre si, o que torna a construção social do desenvolvimento sustentável um processo de gestão de conflitos sociais pluridimensionais:

- **Sustentabilidade económica:** avaliada a partir da sustentabilidade social propiciada pela organização da vida material e traduzida por um desenvolvimento económico ambientalmente sadio;
- **Sustentabilidade político-institucional:** que representa um pré-requisito para a continuidade de qualquer curso de acção no longo prazo;
- **Sustentabilidade espacial:** norteadas pelo alcance de uma equidade nas relações interregionais e na distribuição populacional entre o rural/rurbano e o urbano;
- **Sustentabilidade social:** ancorada no princípio da equidade na distribuição de renda e dos bens, no princípio da igualdade de direitos à dignidade humana e no princípio da solidariedade dos laços sociais;
- **Sustentabilidade ecológica:** ancorada no princípio da solidariedade com o planeta e suas riquezas, e com a biosfera que o envolve; e,
- **Sustentabilidade cultural:** modulada pelo respeito da afirmação do local, do regional e do nacional, no contexto da padronização imposta pela globalização.

## 6.4

### Um passo-a-passo de sucesso num ciclo PDCA (*Plan-Do-Check-Act*) de uma pedreira

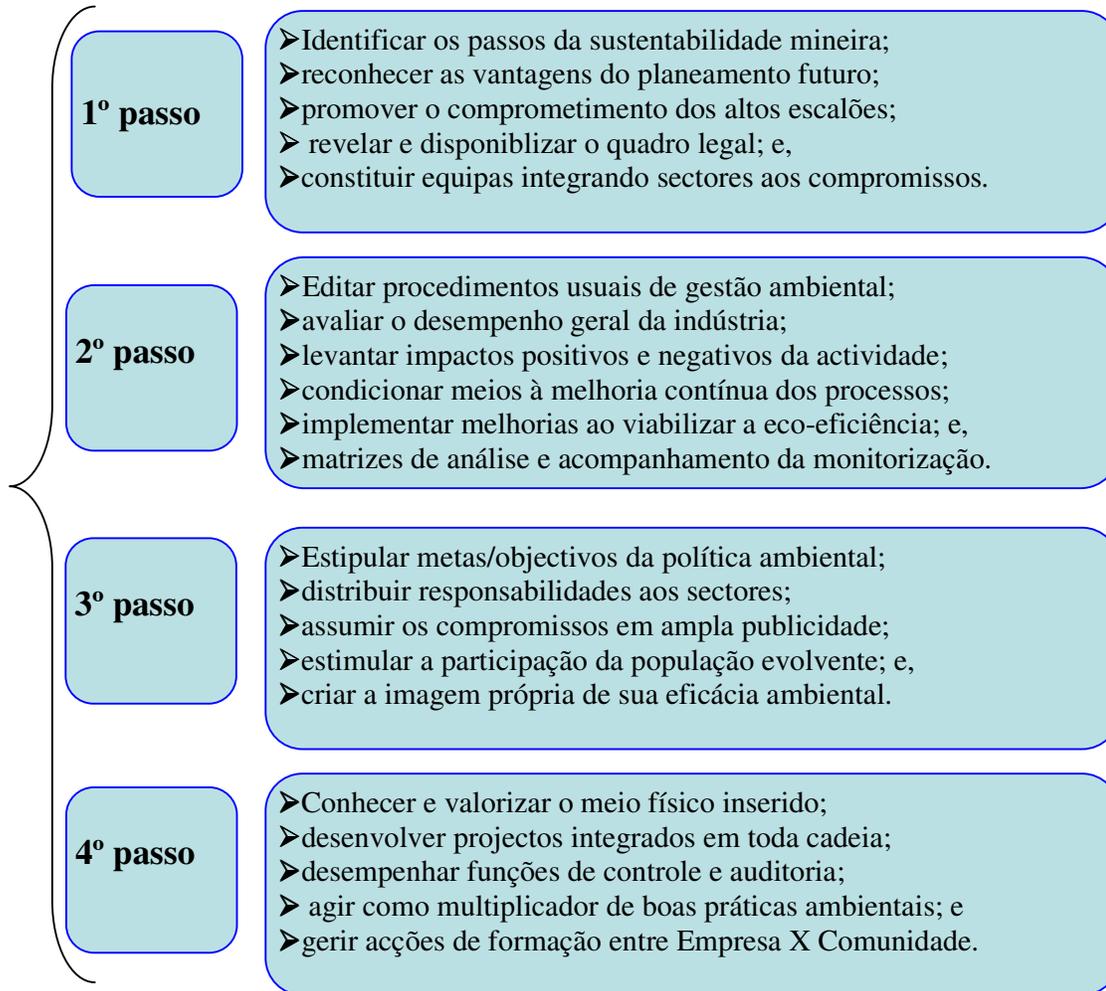
Uma etapa fundamental no sucesso de uma mineradora é reconhecer as vantagens de entrar para um grupo seleccionado de empresas que aderiram voluntariamente a um processo de reconhecimento e certificação de qualidade ambiental.

Este primeiro auto reconhecimento é visto como uma conscientização própria (em geral motivada pela busca de novos mercados) e, também, como um domínio do entendimento de toda a cadeia produtiva da mineradora nomeadamente pelos profissionais que assumem as posições superiores de gestão na empresa. A entidade reconhecerá que ao lidar com produtos primários estará sujeita a impactos ao ambiente, terá de satisfazer requisitos qualitativos e normativos, em toda a sua cadeia produtiva, desde o ponto de extração até o consumidor final.

Temos então um roteiro passo-a-passo da recuperação ambiental. Esta recuperação será da maior valia na viabilização da eco-eficiência, pois a mesma só é alcançada pela minimização dos impactos ao meio ambiente, antes do alcance dos nichos de mercado do eco-negócio. Uma sequência estruturada de sistematizações de processos será fundamentalmente uma proposta de trabalho. (**Quadro 6.2**).

Toda implementação desta magnitude deve ser cuidadosamente organizada de modo a não deixar que qualquer descuido possa comprometer os objectivos e metas intencionados pela organização. Destacamos o conhecido método **PDCA** (do acrónimo em inglês: *Plan-Do-Check-Act*) como uma ferramenta fundamental para sua aplicabilidade sobre os processos de interferência negativa do sector: os impactos ambientais.

A escolha deste método de trabalho teve como base a necessidade de tratar a temática do impacto ambiental como parte delimitadora e fulcral no tratamento dos problemas levantados. O ciclo PDCA é também conhecido como o ciclo de melhorias pois é um método de gestão de processos ou de sistemas. Na sua própria definição temos: “O PDCA é o caminho para se atingirem as metas atribuídas aos produtos dos sistemas empresariais”. Ao procurar a etimologia da palavra *método* encontramos a sua origem grega de duas palavras gregas: *meta* + *hodos*, ou seja, caminho para a meta (CAMPOS 1996, p.263) (In ANDRADE, 2003).



**Quadro 6.2** Os passos da **recuperação** ambiental, adaptado e modificado a partir de AGARWAL (2003).

A aplicabilidade do método adoptado vai depender do estágio em que se encontra a extracção mineira pois o ciclo **PDCA** (fig. 6.7) aplica-se também a resolução de problemas crónicos, ou seja, em determinada situação em vez de falarmos de melhoria contínua estamos a proceder a uma metodologia de gestão ambiental para atacar estágios primários de actividades que ainda não tomaram quaisquer medidas cautelares ou procedimentos de defesa do meio ambiente. Pode-se encontrar exemplos de actividades extractivas que declaram que nunca tiveram quaisquer relações administrativas com órgãos ambientais, com cerca de 12% (In SEBRA-ES, 2004 pp. 11). Este percentual pode até ser considerado uma fracção marginal do universo de empresas do sector. (cf. com os 2 primeiros tópicos do modelo da fig. 1. 1).



**Figura 6.7** – PDCA proposto para resolução de problemas crónicos ou críticos na implementação de um SGA. Modificado de HILSON & NAYEE, 2002 (In OLIVEIRA & ALMEIDA, 2006).

O **anexo 1** mostra como os módulos de uma acção de formação se desenvolvem na implementação interactiva sobre um ciclo de gestão ambiental na extracção de rochas ornamentais. Os tópicos de planeamento decorrem da própria orientação na estrutura da família de normas ISO 14000. Todos os sectores são comunicados e tomam ciência da empreitada, pois o interesse do seu sucesso depende do envolvimento dos colaboradores no desenvolvimento do processo.

7

## Proposta para uma acção de formação

*“A educação ao longo de toda a vida  
baseia-se em quatro pilares:  
aprender a conhecer,  
aprender a fazer,  
aprender a viver juntos  
e aprender a ser”.*

Relatório Delors, citado em LOURO, 2003.

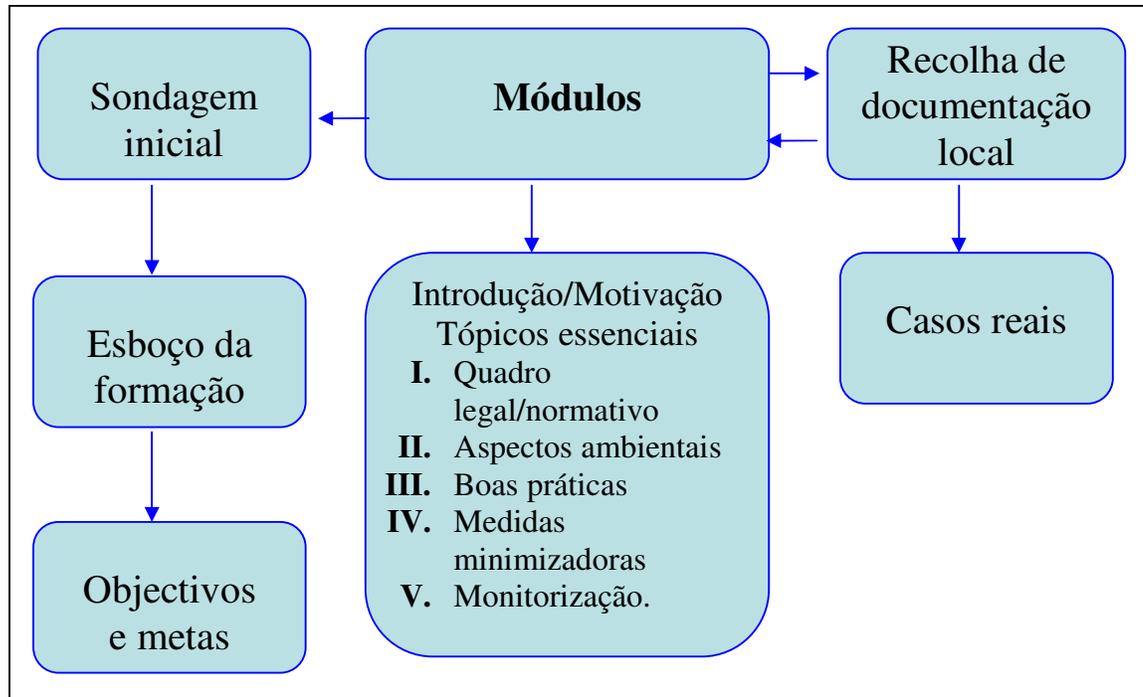
## 7.1 O Planeamento da formação

Porquê desenvolver uma acção de formação? Existe necessidade de elaborar um evento desta natureza? Quem deve promovê-la? Quem deve participar? A presença de acções de formação em todos os elementos na melhoria do desempenho organizacional, na busca da qualidade ambiental, revela a própria necessidade de compreender o evento como um todo. Esta aprendizagem tem sido parte de um processo crítico na promoção de boas práticas ambientais (adaptado de LUSKIN & BLACKMAN, 2000) porque os sistemas que atingem alta complexidade, como os do mundo empresarial da actualidade, só sobrevivem sendo **adaptativos**, isto é, se ‘aprenderem a aprender’ e a mudar (NÓBREGA, 1996) (*In* CAGNIN, 2000, pp. 99).

O elemento formação torna-se fulcral na consideração desta necessidade que é não só adaptativa mas, ainda, normativa com reforçada menção ao texto da ISO 14001. Em nenhuma outra família de normas o elemento ‘Planear-**Aprender**-Fazer-Verificar’ (**PDCA**) parece fazer mais sentido como mecanismo propulsor de sua própria melhoria no processo de gestão geral. A aprendizagem integra a melhoria contínua, ao implementar uma teoria intencionalmente planeada para ser embutida de modo interactivo com a prática quotidiana.

O tema aprendizagem como meio de melhoria contínua está explicitado no próprio texto da norma 14.001 no seu item 4.42: Formação, conscientização e competência. Nas suas descrições está uma clara obrigação da organização em identificar as necessidades de formação, ocasião em que normalmente é feita uma sondagem inicial (**fig. 7.1**). É mediante a elaboração de um questionário inicial que é recolhida toda a documentação de apoio disponível referente a todos os estudos e projectos já realizados para determinar o nível actual de consciência e informação dos colaboradores.

Durante a fase de programação e planeamento de acções de formação é interessante utilizar uma lista de verificação que destaque os principais pontos a serem considerados numa acção de formação. Esta lista de verificação permitirá uma melhor organização de perguntas chave e enumeração dos objectivos, visando o desenvolvimento de um programa de formação integrado e regular.



**Fig. 7.1** O planeamento de uma acção de formação. Baseado em SADLER & FULLER (2002).

Todos os colaboradores cujas tarefas possam criar um impacto significativo sobre o meio ambiente devem receber uma formação apropriada. Para MEYER (2000, pp. 115) a organização deve estabelecer e manter procedimentos que façam com que seus empregados ou membros, em cada nível e função pertinente, estejam conscientes:

- a) da importância da conformidade com a política ambiental, procedimentos e requisitos do sistema de gestão ambiental;
- b) dos impactos ambientais significativos, reais ou potenciais, das suas actividades e dos benefícios ao meio ambiente resultantes da melhoria do seu desempenho pessoal;
- c) das suas funções e responsabilidades em atingir a conformidade com a política ambiental, procedimentos e requisitos do sistema de gestão ambiental, inclusive os requisitos de preparação e atendimento a emergências; e,
- d) das potenciais consequências da inobservância de procedimentos operacionais especificados.

O pessoal que executa tarefas que podem causar impactos ambientais significativos deve ser competente, com base em educação, formação e/ou experiência apropriadas. A norma ISO 14.001 requer um procedimento para conscientização e competência mas não o faz isoladamente para a formação. É recomendável fazer um procedimento único envolvendo: formação, conscientização e competência, dada a inter conexão dos assuntos. Há necessidade de levantar e identificar as necessidades de formação das diversas funções bem como os seus registos, na citada sondagem inicial. Além de identificar as necessidades de formação voltada

principalmente para o SGA, devem identificar-se também as pessoas envolvidas directamente com os aspectos ambientais significativos. Por intermédio da comprovação da formação destas pessoas chave, pode evidenciar-se a avaliação da efectividade da acção formadora.

Os colaboradores devem estar conscientes do seu papel e da sua responsabilidade em atingir a conformidade com a política, procedimentos e requisitos do sistema de gestão ambiental, incluindo requisitos de resposta a emergências e comunicação. Eles devem estar conscientes das potenciais consequências da não observação das boas práticas ambientais descritas nas instruções. As tarefas potencialmente causadoras de impacto ambiental significativo devem ser executadas por pessoal competente. Para tanto deve ser providenciada a formação a todos os funcionários do plano de atendimento e da emergência da organização.

É necessário dar especial atenção à característica do público-alvo da formação na sua assimilação e resposta ao estímulo do gestor na busca da eco-eficiência, expondo meios eficazes para uma perfeita sintonia entre produção e desenvolvimento sustentável. Isto é mais do que repassar uma informação técnica específica ou resultado de pesquisa científica, é revelar de que maneira os profissionais da produção mineral valorizam a constante procura do aprender do seu conhecimento, na construção de sua '*práxis*' ambiental (Subcap. 7.3). A consciência ambiental ascende como uma função pilar do desenvolvimento sócio-ambiental, num grupo de actores característico do sector.

MEYER (2000, pp. 115) recomenda como boa prática que a empresa deixe visível não apenas os recursos financeiros gastos com formação de pessoal, bem como o total de horas investidas para o feito. Não basta a empresa treinar e conscientizar apenas os seus funcionários e colaboradores directos pois as recomendações normativas também englobam todo o pessoal indirecto (fornecedores e prestadores de serviços da cadeia produtiva) cujas tarefas possam criar impactos significativos sobre o meio ambiente.

## **7.2 Descrição de uma acção de formação**

A organização deve comprovar a acção de formação e seus desdobramentos, sob pena de receber uma não conformidade numa futura auditoria externa, do organismo certificador. Os prestadores de serviço devem ser envolvidos nas acções de formação. Normalmente recomenda-se a verificação da eficácia da formação, ou seja, a efectividade do mesmo, não só

para existência de registos mas confirmando se o público-alvo assimilou o essencial. Diversos instrumentos podem ser programados, tais como: um conjunto de seminários, reuniões, acções e programas educativos com propósitos de formação, conscientização e sensibilização.

Como ponto de partida pode ser realizado um seminário da gerência para todos os chefes de sectores e gestores. Estes ainda devem invocar o porquê da empresa tomar a decisão de implantar um sistema de gestão ambiental, como estratégia de negócio, e de treinar o seu corpo gestor no foco principal de acção do SGA e em documentos vitais do sistema da empresa, como política ambiental, procedimento de verificação inicial para levantamento do actual estágio dos aspectos ambientais relevantes e identificação dos processos e sectores mais envolvidos.

Objectivos e metas são traçados pela essência de uma política ambiental. Formam o preparo prévio da base de um SGA que, por sua vez, constitui parte da gestão geral de uma mineradora que procura implementar as linhas de orientações normativas para uma futura auditoria e certificação, rumo à eco-eficiência, na busca de um *'ecobusiness'*. Veja o elemento formação a interagir intercaladamente entre os estágios da implementação de um SGA (fig. 7.2).

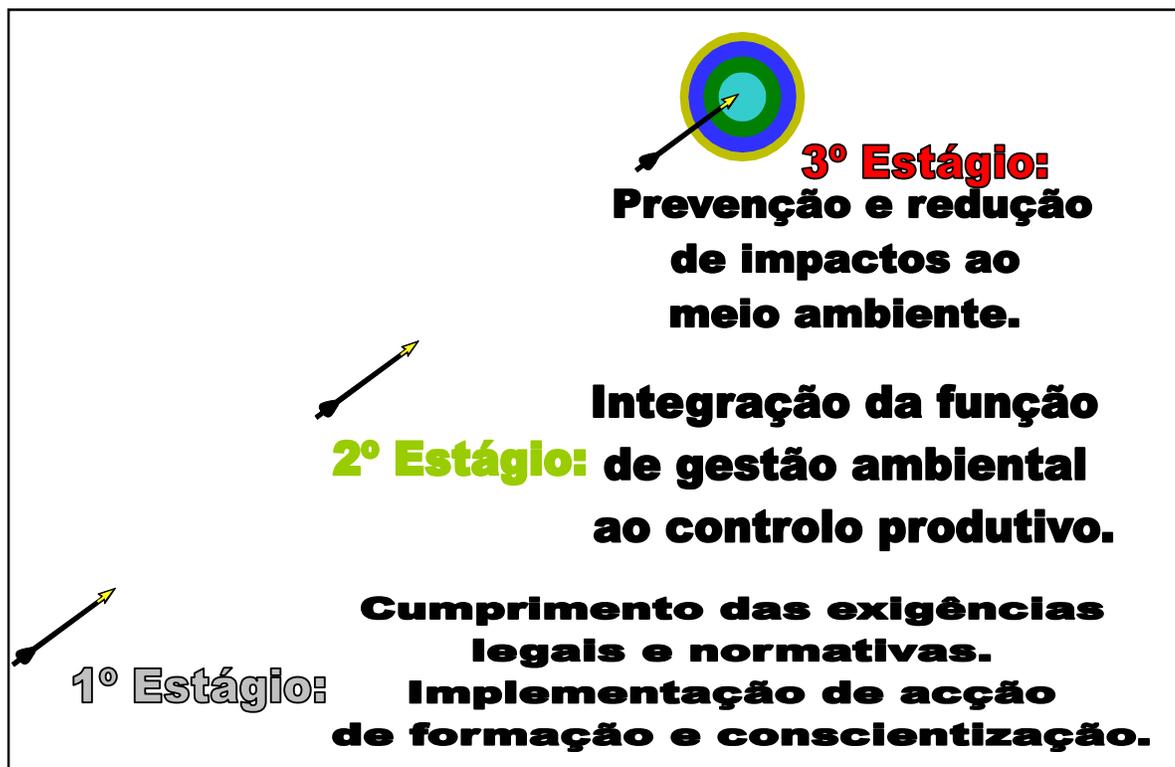


Fig. 7.2 Estágios necessários para o correcto desenvolvimento de um SGA. Modificado de D'AVIGNON (1996, p. 14).

Após a decisão ao nível de gestão da organização, outros níveis de acção devem ser envolvidos não só na área produtiva, pois todos os colaboradores devem ser informados da decisão empresarial de adoptar medidas gerais de boas práticas ambientais. Pode dizer-se que no processo de sensibilização fazem parte etapas de um conjunto de acções que permitam, de forma eficaz, conscientizar todos os colaboradores e prestadores de serviços, abordando itens como:

- política ambiental;
- requisitos legais e normativos;
- aspectos e impactos significativos de cada sector da organização; e,
- objectivos e metas da organização e respectivos planos de acção e competências assumidas.

MEYER (2000, pp. 115) recomenda a utilização dos mais variados recursos para auxiliar na ampliação do conhecimento do sistema de gestão ambiental:

- ⌚ palestras sobre o SGA;
- ⌚ informativos; e,
- ⌚ preparação de folhetos, cartazes, faixas e material de apoio como porta-chaves, porta-cartões, botões promocionais e etc..

Métodos de ensino mais produtivos para grupos de diferentes faixas etárias superam as dificuldades dos envolvidos nas políticas ambientais da indústria extractiva de rochas ornamentais, nos caminhos que levam à pretendida sustentabilidade. Existe, ainda a necessidade da construção de estratégias de ensino-aprendizagem. Destaca-se aí a importância do **pluralismo metodológico**, ao nível destas estratégias de trabalho (Fig. 7.3). Salienta-se aqui a importância do recurso a um trabalho interactivo numa perspectiva de Ensino Por Pesquisa (EPP, CACHAPUZ *et al.* 2002), embora se deva ressaltar que o desenvolvimento de uma proposta de trabalho não surge como forma de impor e confirmar resultados de processos já concebidos, mas antes como um meio que possibilite o desenvolvimento de actividades mais interactivas em acções formadoras mais flexíveis. Isto possibilitará o encontro de soluções técnicas para os problemas ambientais com que os formandos se confrontam no dia-a-dia da empresa.

Actualmente, impõe-se que uma formação bem concebida acolha valores e representações que estejam presentes não só em conceitos, mas também em atitudes e competências que formem cidadãos interventivos e responsáveis, social e ambientalmente. Deste modo, uma acção formadora nos moldes do EPP tem em conta os interesses quotidianos sociais, culturais e pessoais dos formandos, fazendo com que, numa soma aos conteúdos intencionais passados e planeados pelo formador, motivem a aprendizagem contínua. Os conteúdos são, agora, encarados não só como um fim em si mesmo, mas também como um

meio que possibilita a mudança e, até mesmo, a construção de atitudes de valor que, em última análise, também acrescem mais valia económica.

Nas acções de formação não são repassados resultados “*à priori*” mas, em vez disso, interpreta-se os dados a partir das vivências do quotidiano incorporado aos quadros teóricos externos. Aqui assume uma função maior numa etapa da **recolha de documentação** (fluxograma da **fig. 7.1**) e prática de trabalho local, a permitir ao formando a familiarização com as prescrições das normas. Não se deve, com isso, inverter a prescrição normativa com a metáfora de uma ‘prática inquestionável’. Importa sobrepor uma *praxis* ao funcionamento do quotidiano da organização, antes facilitar o formando a compreender os percursos da construção do seu próprio conhecimento, colocando-o numa situação de elemento activo do processo, que tem de desempenhar papéis e partilhar competências ao assumir responsabilidades. Estes elementos passam a integrar um conjunto de habilidades colectivas em situações multidisciplinares o que integram este pluralismo metodológico.

De partida é recomendável que a acção de formação gere a compreensão e o domínio integral dos princípios básicos para a conscientização nos moldes de um processo de aprendizagem adulta que, via de regra, recebem formação de matérias com temas breves relacionadas a assuntos mineiros. Chamar maior atenção ao tema faz parte de uma tentativa de incitar os participantes a comentar e reflectir sobre os assuntos ambientais práticos ligados ao dia-a-dia da própria população do couto mineiro e como é que estes indivíduos respondem e reagem a primeiro questionamento da questão. Isto ocorre em forma de ‘*feed-back*’ educacional numa sondagem inicial do tema logo como primeiro ponto de interacção da acção de formação.

### 7.3

#### **Tópicos essenciais de uma acção de formação**

No desenvolvimento de habilitações o **saber-fazer** da optimização na gestão ambiental, deve ser compreendido pelos colaboradores como uma oportunidade de ver a sua organização entrar para um grupo seleccionado de empresas que aderiram voluntariamente a um processo de implementação/certificação de qualidade ambiental que poderá ser considerado como um sucesso do seu empenho e dedicação. É fruto do interesse em poder compreender e dominar os rumos de toda a sua cadeia produtiva, em todo o seu ciclo de vida como produto e resíduo rejeitado que, por tratar-se de um produto do sector primário, estará sujeito a impactos potenciais ao ambiente. Existe uma obrigação (sócio-ambiental) de satisfazer requisitos qualitativos e normativos, desde o ponto de extracção até o consumidor final. Projectos bem

elaborados de conformidade, legal e normativa, rumam sempre em direcção à eco-eficiência, imersa num eco-negócio competitivo e rentável (adaptação de FIESP/CIESP, 2002).

No **anexo 1** temos a compartimentação de uma acção de formação que segue a esquematização proposta na **Fig. 7.1**, nos seguintes módulos (adaptada de SADLER & FULLER, 2002):

- leis e normas ambientais que devem ser consideradas;
- o desenvolvimento de um SGA;
- implementação de melhorias ambientais; e,
- escolhas decisivas sobre posições, revisões e acções tomadas.

Esta sequência deve ser encarada apenas como uma orientação, visto que a parte de conteúdo da formação deve ser considerada um escopo teórico intencional sob objectivação/justificação da parte gestora da organização (a problemática ambiental no quadro da **Fig. 7.3**). É desta interacção entre **teoria X prática X entidade organizacional** que surge a ‘*praxis ambiental*’ consolidada no desenvolvimento de documentação que supere a tramitação burocrática do controlo da actividade e mostre as boas práticas aos meios externos (mercado e sociedade envolvente).

Podemos indicar como alguns princípios de aprendizagem adulta podem contribuir num método pluralista:

- aprendizagem centrada em tarefas (com envolvimento de participantes);
- aprendizagem pela busca de habilitações em competências sectoriais; e,
- aprendizagem dissertativa (na obrigação de redigir a documentação e registos legais e normativos).

Por exemplo, em busca da conformidade pode incentivar-se a adopção de requisitos normativos e legais no dia-a-dia de serviço, invocando o seguinte problema: interesses no desenvolvimento e aperfeiçoamento dos serviços de cada sector de trabalho seguindo os procedimentos normativos, tendo em conta os cuidados e as recomendações de trabalho apresentadas na acção de formação.

Como consequência, os formandos podem desconsiderar os procedimentos pelo rigor das aplicações normativas e legais. A solução deve partir da intencionalidade do formador que deve desenvolver um relacionamento de cumplicidade ao produto final, pelo evidente ganho corporativo. O exemplo desperta a consciência de todos numa acção participativa inserida num pacote de formação e melhoria interna contínua, o que conduz a um comportamento mais correcto e cuidadoso, frente ao desempenho ambiental pretendido e repassado claramente nas metas iniciais do evento (módulo I do **Anexo I**) que devem ser bem claras aos participantes.

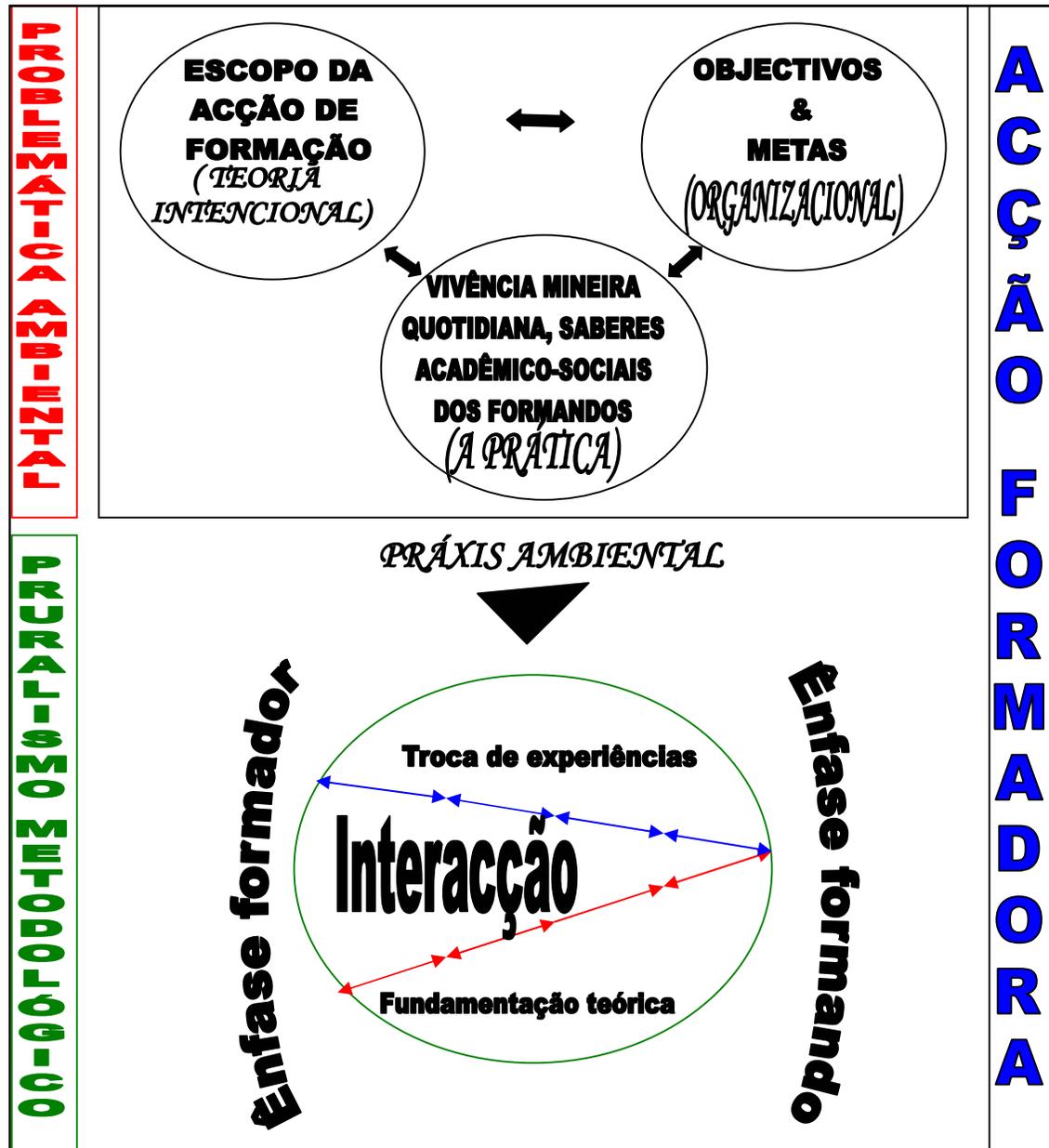


Fig. 7.3 Esquema de acção formadora adaptada na fundamentação do EPP (CACHAPUZ *et al.* 2002, pp. 182).

No **anexo I** foi desenvolvida uma proposta de acção de formação desdobrada em quatro módulos (já enumerados) e que assumem a verdadeira função de relevância ao que VAN BERKEL (2000) denomina **literacia ambiental** dos profissionais da mineração envolvidos em projectos ambientais. O objectivo pretendido vai muito além de uma simples promoção de textos sobre o assunto está clara e evidente a intenção principal de superar as acções paliativas e exclusas de escopo restrito ao enfoque natural ou ambientalista (profundo do tipo Gaianista), que nem sempre são de viabilidade económica ou futura.

## 8 Considerações finais

*"Uma das razões pelas quais as pessoas adultas param de aprender é que elas tornam-se cada vez menos dispostas a se arriscar a um fracasso".*

JOHN GARDNER

## 8.1

### Limitações e dificuldades da pesquisa

A carência ou divulgação limitada de estudos anteriores sobre os problemas comportamentais envolvidos no desenvolvimento e manutenção de um SGA, bem como sobre o processo de mudança organizacional que sua implementação acarreta nas empresas, limita a disponibilidade de dados existentes sobre o tema. Isso ocorre inclusive a nível internacional (CAGNIN, 2000).

#### ➤ LIMITAÇÕES & CONSTRANGIMENTOS

- ☞ Restrição de informação (Pelos consultores/auditores)
- ☞ Limitada quantidade de publicações deste assunto no sector
- ☞ Limitação do tempo para análise dos efeitos das intervenções mitigadoras pelo sector
- ☞ Desenvolvimento de trabalhos anteriores **sem** registos académicos...

**Fig. 8.1** Limitações e constrangimentos ao desenvolvimento da pesquisa de investigação.

Os diversos textos consultados submergiam em outras especialidades que aparentemente mostravam-se fora de alcance mas, na realidade serviam ao interesse maior de encontrar novas ferramentas holísticas que auxiliassem uma mudança de atitude profissional que alterasse de forma profunda as práticas danosas associadas ao meio produtivo mineiro. Ou ainda, foi visto como uma inovação relacionar assuntos pouco específicos ao tema Impacto Ambiental numa Pedreira de Granito, tendo em conta uma perspectiva formadora sobre a prática produtiva. O preço desta tentativa foi sentido na própria fundamentação científica necessária.

O factor limitante do desenvolvimento desta investigação foi sem dúvida o curto período entre o encaminhamento das propostas e a análise dos efeitos das medidas desenvolvidas. Esta limitação é sentida sempre que os efeitos esperados para inovações e práticas sejam decorrentes de medidas implementadas em um raio de acção mais disperso. As pesquisas de mestrado normalmente apresentam esta dificuldade em recolher os efeitos dentro do prazo normal do curso.

Um assunto científico de natureza aplicada requer necessariamente de um elemento de ligação interactivo com a área produtiva, sendo evidente que toda a contribuição bibliográfica já alcançada por outros investigadores, até a actualidade, teve obrigatoriamente de ser repassada para esta dissertação académica, colmatando esta limitação.

## 8.2

### **Sugestões para pesquisas futuras**

A nível de mestrado uma determinada pesquisa pode gerar uma dissertação contributiva, se considerarmos severamente um trabalho aprofundado dentro numa óptica preciosa e enriquecedora para o tema proposto. Para o exemplo de uma enriquecedora experiência sobre novos aspectos, completamente abertos à novas abordagens nessa temática, a dissertação insere-se, então, num grupo de trabalhos inovadores que abrem e revelam caminhos a investigações futuras, desvendando novos conhecimentos ainda não divulgados na ramificação científica da pesquisa.

Várias fases desta pesquisa formaram um conjunto de conhecimentos que podem ser reeditados ou mesmo refeitos, mesmo se utilizarem as mesmas fontes, onde certamente vão levar a outros caminhos e conclusões. De um modo geral outros pontos de estudo pode surgir ou dar espaço a investigações em outras ramificações científicas de afinidade. Nomeadamente por se tratar de uma área de fronteira do conhecimento da Geologia Aplicada a abordagem do tema proposto poderia ser futuramente aproveitada por outros pontos de estudo apoio fundamentais a uma análise paralela.

Com certeza muitos itens e tópicos aqui descritos como, por exemplo, o estudo dos recursos naturais afectados pela inserção de uma actividade mineira podiam receber um trabalho futuro mais pormenorizado, da seguinte maneira: na delimitação de uma zona de alcance dos impactos, na delimitação de uma micro-bacia de drenagem, onde os recursos hídricos pudessem ser verificados constituindo um meio de aprofundamento do estudo, busca e colecta de indicadores ambientais de impactos hídricos.

A sequência deste trabalho passa necessariamente por uma transladação do ponto de estudo desenvolvido sobre o esquema da **Fig. 8.2**. Assim, os mesmos objectivos seriam mantidos mas o nível hierárquico do estudo passaria para uma estratégia de alcance de macro-programas e conceitos sectoriais, dentro da mesma estrutura. O suporte de análise dos

impactos e acção de formação, como elemento de intervenção de melhoria seria desenvolvido numa maior escala e abrangência. Este tipo de abordagem daria margem a superação da maior barreira ao desenvolvimento e a qualidade da pesquisa: **a falta de apoio e fomento à pesquisa sectorial.**



**Fig. 8.2** A deslocação do ponto de estudo entre os diversos níveis hierárquicos de actuação e pesquisa. As redes de investigação formam outras integrações de apoio e fomento.

Uma completa actualização dos dados deve ser contínua, as fontes podem ser verificadas constantemente para correcção das informações e estatísticas, que vão reflectir sempre a notória dinâmica de um sector pujante, competitivo e em pleno movimento. Em especial o segundo capítulo deve acompanhar o mercado e revelar as tendências mais envolventes cujos conceitos formarão a base para políticas propostas para o sector. Medidas como a normalização ambiental (defendida no quinto capítulo) que cresce a taxas de 400% ao ano já são observadas em diversos países. Cabe então verificar os casos bem sucedidos de aposta na qualidade ambiental para propor medidas mais amplas. Esta aposta seria propagada gradativamente com um efeito de uma **onda ambiental**, compreendido como o conjunto

sistemático destas boas práticas, a gerar um **choque ambiental** por todo o sector extractivo de rocha ornamental.

### 8.3 Síntese conclusiva

Este estudo revelou algumas considerações fundamentais que podem ser assim sintetizadas:

- existe uma bivalência ao termo ‘granito’. Ora aplicado ao seu carácter comercial, ora identificado cientificamente como uma rocha ígnea característica de um conjunto de rochas com propriedades mineralógicas e petrográficas definidas;
- a natureza e o vigor do sector de rochas ornamentais são reconhecidos pela sua pujante indústria associada e caracterizada por um forte e bem demarcado intercâmbio global, onde a extracção se mostra como a grande geradora de resíduos;
- o ambiente assume um papel vital quando correcta e habilmente gerido. Este papel é notoriamente de carácter polivalente e inter relacional a outros factores sociais;
- as metodologias de análise e estudo de impactos ambientais favorecem a compreensão e manejo de suas alterações ao meio ambiente;
- as boas práticas ambientais são reconhecidas por entidades organizativas internacionais. Essas geram, ao fim, mais valia a operação mineira;
- as normas e modelos de gestão ambiental são bastante genéricos, aplicados a uma vasta gama de entidades e podem ser perfeitamente aplicados aos pontos de estudo propostos.

Estas considerações podem contribuir com valiosas inserções sobre os processos de impacto ambiental. As tomadas de posicionamento afectam a própria forma de pensar e agir dos profissionais que trabalham com projectos e empreendimentos ambientais. Estas inserções servem como um mecanismo de vanguarda no reposicionamento de novas linhas no comportamento e desempenho de tarefas de gestão ambiental inovadoras na indústria extractiva de rochas ornamentais.

Isto demonstra o quanto que a formação sobre o ensino profissional pode actuar beneficentemente face a problemas de alta complexidade técnica e de política sócio-ambiental. A difusão de uma maior literacia ambiental prepara os profissionais do futuro para uma nova fase de valorização estratégica da ética tecnicista.