

# Conflitos ambientais e progresso técnico na indústria mineira e metalúrgica em Portugal (1858-1938)

*Paulo E. Guimarães*

## **Introdução**

Durante o terceiro quartel do século XIX assistiu-se em Portugal ao desenvolvimento da moderna indústria mineira, suscitado pela crescente procura de minérios e de metais pelos mercados mundiais, com especial incidência nas regiões do Alentejo, Douro e Beira Litoral. Na corrida aos registos mineiros e às concessões de minas de cobre, prata, chumbo e de enxofre (pirites), ferro e ferro-manganês do Alentejo encontramos predominantemente capitais britânicos, portugueses e espanhóis (Guimarães, 1997 e 2001).

O empreendimento mineiro de São Domingos, subarrendado à firma Mason & Barry pela companhia La Sabina (inicialmente com sede no Huelva e depois em Paris) vinha mostrar a capacidade industrial técnica e de gestão dos britânicos no sul da Península Ibérica, estimulando a febre mineira da década de 1860. Os observadores foram unânimes em mostrar entusiasticamente como uma região rural escassamente povoada se tinha transformado rapidamente num empreendimento mineiro e industrial muito lucrativo, responsável por dar trabalho diretamente a mais de duas mil pessoas que animavam a economia daquela sub-região transtagana. A paisagem mudara com o aparecimento da aldeia mineira, com a chegada do caminho de ferro mineiro em 1864 e com a construção do porto do Pomarão no rio Guadiana, perto da foz da ribeira do Chança, que via chegar veleiros e barcos do mediterrâneo para carregar minério com destino aos portos ingleses (Garcia, 1988 e 1996). A mina de São Domingos fornecia então cerca de metade das pirites cupríferas que entravam em Swansea (Cabral, 1864, pp. 251-256; Grã-Bretanha, 1869). Na competição entre as minas da região, a maior parte delas não consegue ultrapassar a pequena escala e a queda gradual dos preços a partir da década de 1870 foi responsável pelo encerramento de outras lavras mineiras (Guimarães, 1997).

A competição direta entre as várias minas de pirites no sul da Península num contexto de deslizamento de preços colocou o problema do aproveitamento local dos jazigos de pirites com teores baixos de cobre que as empresas procuraram solucionar recorrendo à queima do minério em fornos (ustulação), um processo muito poluente por lançar para o ar gases sulfurosos que destruíam a vegetação nos terrenos vizinhos<sup>1</sup>. Com este procedimento, perdia-se grande parte do enxofre, mas também do volume e peso, conseguindo as empresas da região, nos dois lados da fronteira, exportar mates com teores mais elevados de metais. A gigantesca extensão da fronteira física dos minérios comerciáveis exigia operações e investimentos de grande escala em todo o ciclo produtivo com grande impacto ambiental. Os incidentes que ocorreram em Rio Tinto no chamado *Ano dos Tiros* (1888) sinalizam historicamente esse longo conflito da moderna atividade mineira com as populações circundantes e com os próprios trabalhadores, preocupados legitimamente com a sua saúde e com as condições laborais em atividades muito poluentes (Pérez Cebada, 2014, pp. 85-125). Dir-se-ia, pois, que as questões ambientais não suscitaram esforços locais pelo desenvolvimento de inovações tecnológicas que minorassem os seus impactos. Porém, as narrativas existentes contrariam esta ideia referindo como motivação para esse esforço por parte das empresas os custos associados à atividade poluente.

Este capítulo explora as relações entre os conflitos ambientais e o progresso técnico, tentando perceber, no caso das grandes minas da faixa piritosa ibérica, no Alentejo, de que forma os problemas ambientais emergentes condicionaram a atuação ou conduziram à busca de soluções técnicas alternativas, tomando como limite cronológico dessa observação o início da Segunda Guerra Mundial. Na falta de documentação de arquivo das próprias empresas, a investigação assentou em documentação administrativa existente nos arquivos do Estado (relatórios dos engenheiros de minas nos processos de concessão de minas), em relatórios e documentos publicados em imprensa mineira especializada, nomeadamente, o *Boletim do Ministério das Obras Públicas, Comércio e Indústria*, a *Revista de Obras Públicas, Comércio e Indústria* e, finalmente, na imprensa local. Apesar daquela limitação, a informação disponível mostra que, num quadro de concorrência mundial, o sucesso do empreendimento britânico em São Domingos passou pela procura ativa de novas soluções técnicas,

pela criação e adaptação de conhecimentos existentes a problemas locais de forma a maximizar os recursos disponíveis. Assim, com o desenvolvimento precoce de processos hidrometalúrgicos para o tratamento dos minérios pobres, qualificados de *cementação natural*, essa empresa tentou resolver problemas de competitividade, impulsionando economias de escala. Desse modo transferiu os custos ambientais anteriormente limitados à agricultura para outros grupos sociais mais frágeis, os pescadores do Guadiana e de Vila Real de Santo António.

A hidrometalurgia das pirites foi assim uma tecnologia desenvolvida localmente, de forma pioneira, em São Domingos, que permitiu a sobrevivência e expansão da empresa inglesa a partir de finais da década de 1870, ou seja, num período em que a maioria das pequenas explorações mineiras iria soçobrar perante a concorrência mundial (Guimarães, 1997). Através de diferentes processos consentidos e regulados (via judicial), por via do conflito ou pela mediação parlamentar, o Estado impôs excecionalmente custos adicionais às companhias, quer a título de indemnizações quer impondo a aplicação de medidas de remediação ou para diminuição dos danos ambientais que, em alguns casos, contribuíram para inviabilizar empreendimentos. Estes casos sugerem que a interação entre os conflitos locais, o comportamento empresarial e o progresso tecnológico revela-se complexa.

### **Conflitos ambientais e progresso técnico**

Embora seja hoje evidente que o progresso técnico, sendo responsável pela extensão dos limites físicos dos recursos disponíveis, se encontra associada diretamente à emergência de novos ciclos de conflitualidade e de resistência socio-ambiental à escala mundial, menos clara é a relação inversa: em que medida e de que forma os conflitos ambientais têm estimulado a inovação técnica, as opções tomadas no campo industrial?

A historiografia económica sugere que a relação que pode ser estabelecida, nos últimos três séculos, entre os conflitos ambientais e o progresso técnico é negligenciável. Numa obra muito divulgada, que procura explicar como a criatividade tecnológica no Ocidente constituiu um fator dinâmico do sistema produtivo desde a primeira revolução industrial, Joel Mokyr (1990), ao contrário de Wilkinson (1973), pouca importância atribuiu nesse processo aos

problemas ambientais, que são vistos apenas como problemas resultantes da escassez ou delapidação de recursos naturais. Menos importância atribuí ainda aos conflitos sociais emergentes durante o período da revolução industrial, marcada pela reação ludita. Seguindo a tradição liberal positivista, igualmente partilhada por Marx, estes conflitos foram considerados na ótica do trabalho, quase exclusivamente pela avaliação dos seus resultados ineficientes para travar o progresso técnico, mais do que analisados em detalhe (Randall, 1986; Hobsbawn, 1952). No essencial, os artesãos, os trabalhadores e os camponeses vendo-se ameaçados no seu modo de vida pela indústria moderna não conseguiram travar a marcha do progresso, enquanto os proprietários teriam beneficiado com a valorização das suas propriedades proporcionada pelo crescimento económico (Mokyr, 1990, pp. 169-172; Marx-1973, I, pp. 265-271). Essa resistência à inovação tecnológica persistiria no período industrial e ficou inscrita nos conflitos laborais e na sua mediação pelos instrumentos de regulação do mercado de trabalho (Morison, 1966). Assim, os fatores ambientais, reduzidos à simples dimensão de escassez ou a abundância de determinados recursos estratégicos, não foram considerados um fator historicamente relevante na criação de uma dinâmica de inovação tecnológica (Mokyr, 1990, p. 260-261). Nesse contexto, o capitalismo continha dentro de si os estímulos necessários à inovação e à racionalidade da aplicação das inovações na economia.

Por outro lado, os sociólogos e cientistas políticos têm verificado a eficácia das estratégias seguidas pelos movimentos ambientais para obter uma melhor regulação da atividade industrial (Szasza, 1991 e 1994). A sua análise dos movimentos de protesto ambiental nas sociedades industriais avançadas (EUA, França e Japão) e do comportamento reativo do Estado face a esses movimentos descentralizados e gerados a partir de baixo, revela um impacto direto nas políticas ambientais adotadas no combate à poluição (Szasza, 1994, Broadbent, 1998; Hayes, 2002). Mais recentemente, Pérez Cebada (2014), centrando-se na história da poluição industrial dos metais não ferrosos dos últimos dois séculos, mostra-nos que, desde muito cedo, pode ser estabelecida uma estreita relação entre o progresso técnico e a emergência de movimentos geradores de conflitos abertos induzidos pela poluição, por um lado, e a sua importância para os avanços na regulamentação técnica e para a adoção de respostas estratégicas

por parte das empresas, por outro. O número de patentes relacionadas com soluções tecnológicas para a redução de danos ambientais foi significativa em todo o mundo e por vezes as empresas mostraram-se disponíveis para adotar a melhor tecnologia disponível. Esses fatos não foram, porém, suficientes para que o extrativismo tenha desacelerado. Assim, segundo este historiador, o paradoxo de Jevons "explicaria" em larga medida os resultados desastrosos para o meio ambiente (Pérez Cebada, 2014, pp. 279-283).

A hipótese de que partimos assenta na ideia que a internalização dos custos ambientais pelas empresas pode conduzir à busca de soluções técnicas alternativas suscetíveis de transferir esses custos para grupos com menor capacidade negocial, sem que o impacto ambiental seja menor. No entanto, esses custos podem ser também suficientemente elevados para contribuir para a sua perda de competitividade, conduzindo à sua falência. No caso da mina de São Domingos, veremos que o Estado foi confrontado com dilemas ambientais numa lógica de curso prazo, avaliando os rendimentos fiscais desiguais obtidos pelas diferentes atividades conflituais na sua relação com o meio ambiente. Finalmente, a ideologia do progresso e o argumento do uso da melhor técnica disponível cimentaram essas decisões.

### **A extensão dos limites físicos dos recursos disponíveis**

As companhias tiveram de lidar durante este período com minérios que continham, em média, uma percentagem cada vez mais baixa de metais num contexto de queda contínua de preços. A partir de meados da década de 1860, quando as primeiras medidas adotadas pelo parlamento britânico sobre a poluição atmosférica começavam a fazer-se sentir-se (Alkali Acts, 1863), as empresas que operavam no sul do país tinham cada vez mais dificuldade em fazer aceitar as suas pirites com baixos teores de metais ricos (valores inferiores a 5 por cento de cobre) pelas metalurgias inglesas. Deste modo, as empresas tiveram de encontrar localmente as soluções técnicas mais adequadas para o tratamento da grande massa de minérios pobres disponível ou concentrar-se nos filões mais ricos. Durante a década de 1880, a maior parte das pequenas minas de cobre alentejanas que exportavam minério em bruto com baixos teores de metais encerrariam. As grandes companhias tiveram assim de fazer investimentos crescentes para obter economias de escala em todas as operações

e a valorizar localmente os seus minérios com baixa cotação ou sem aceitação no mercado de forma a exportar concentrados.

**Tabela 1. Percentagem de cobre em minérios extraídos em algumas grandes minas do mundo, 1898-1903**

Nome da Mina	Localização	País	Cu (%)	t (mil)
Copper Queen	Arizona	E.U.A.	8,00	8,50
Iron Montain	Califórnia	E.U.A.	8,00	10,00
Anaconda	Montana	E.U.A.	4,26	48,10
Calumet e Hecla	Lago Superior	E.U.A.	3,00	43,75
Rossland	Columbia Britânica	Canadá	3,47	2,34
Atacama	Chile	Chile	5,00	---
Mansfeld	Mansfeld	Alemanha	2,50	8,00
Rio Tinto	Huelva	Espanha	3,00	33,9

Fonte: Eissler, 1902, p. 14.

À medida que nos aproximamos do século XX, não apenas na Península Ibérica, como em todo o mundo, as grandes minas de pirite estavam operar com minérios crescentemente mais pobres em contexto de contínua baixa de preços (cf. Tabela 1). A maior mina da faixa piritosa ibérica estabelece o padrão geral desta evolução: em 1876, Rio Tinto (Huelva) extraía menos de 376 mil toneladas anuais, das quais menos de metade era tratada localmente. Nos finais de Oitocentos, arrancava perto de 1,9 milhões de toneladas, sendo 1,2 milhões de t destinadas à hidrometalurgia. Os minérios exportados em bruto continham, em média, 2,5 por cento de cobre enquanto os destinados à queima e cementação pouco mais de um por cento (Eissler, 1902, p. 44). Note-se, pois, que os custos ambientais ficavam agora mais desigualmente repartidos, passando a penalizar predominantemente as regiões mineiras.

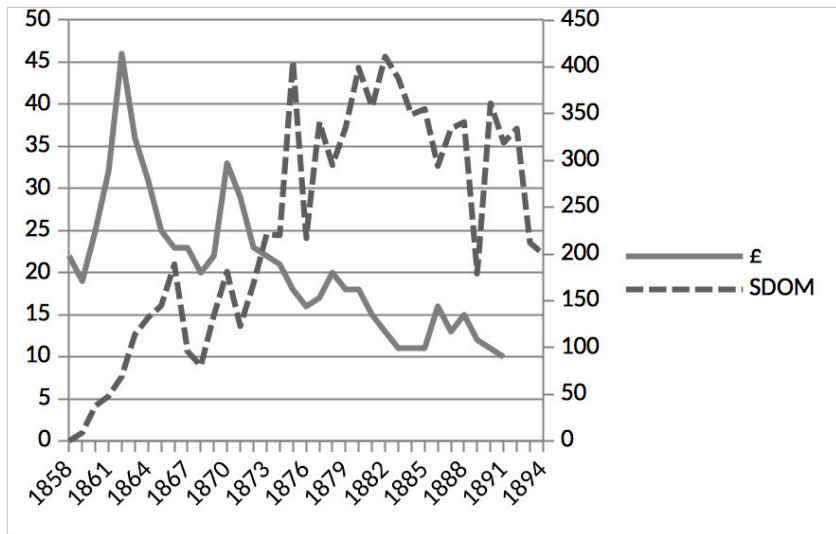
Em Portugal, o empreendimento da Mason & Barry operava com sucesso arrancando pirites com teores médios de cinco por cento de cobre (cerca de 400 mil toneladas em 1874 e 1883, v. Figura 1). Nas duas minas exploradas pela Companhia de Mineração Transtagana, localizadas nos extremos da vila de Aljustrel, São João e Algares, extraía-se minério com 1,5 a 2 por cento de

cobre e, apesar da grande dimensão dos jazigos e dos grandes investimentos realizados durante uma década, não foi capaz de se lançar na produção anual de 100 mil toneladas de minérios, o valor mínimo considerado necessário para viabilizar o empreendimento. Em 1881, produzia 9 mil toneladas e viria a encerrar pouco depois (CMT, 1866-1882).

### **Projetos mineiros, dilemas ambientais e inovação tecnológica (1865-1875)**

A exploração da mina de São Domingos, situada a 12 quilômetros do porto fluvial do Pomarão, no Guadiana, foi desde muito cedo considerada um enorme êxito comercial. Estabelecido o seu plano de lavra inicial em 1858, a empresa La Sabina (com sede no Huelva e mais tarde em Paris) arrendara a concessão ao seu diretor técnico, James Mason, engenheiro inglês formado pela *École de Mines* de Paris que nela investiu continuamente na mecanização do transporte exterior e interior (Custódio, 2013). Associou-se a Francis T. Barry que comercializou os minérios vendendo-os sucessivamente as diferentes metalurgistas, primeiro para a extração do enxofre e depois pelos metais, proporcionando-lhe lucros avultados. Na parte da produção, a exploração começou por seguir os trabalhos antigos desde o seu primeiro reconhecimento, em 1854, abrindo depois novos poços e galerias para exploração do mineral mais rico num jazigo que se apresentava como uma massa compacta e regular. Até 1865, a maior parte da redução de custos foi obtida com o estabelecimento do caminho de ferro até ao Pomarão e, mais tarde, com a mecanização do transporte interior. Três anos antes, a Mason & Barry empregava nesse transporte 160 muares e cerca de uma centena de almocreves (Cabral, 1899, p. 86). Em 1889, a empresa dispunha de 26 locomotivas escocesas e 870 vagões para o transporte exterior, permitindo-lhe exportar cerca de 900 toneladas de minério por dia.

Figura 1. Produção de pirites na mina de São Domingos



Nota: linha tracejada - produção em milhares de toneladas; linha contínua - preços médios anuais do cobre de Lake Copper no mercado de Nova Iorque.

Fontes: Rothwell, 1894; Guimarães, 1989.

A tentativa de valorização local das pirites com baixo teor de cobre em São Domingos (Mértola) data de 1865, pelo menos, quando um novo plano de lavra foi submetido ao governo português tendo em vista a exploração a céu aberto do enorme jazigo que, entretanto, estava a ser explorado, na parte economicamente mais interessante, pelo sistema invertido de pilares e galerias. A Mason & Barry, que explorava a mina sob arrendamento da empresa La Sabina, assentara até então boa parte da sua prosperidade na capacidade de redução de custos de transporte e na estratégia de comercialização das suas pirites na Grã-Bretanha, vendendo-as primeiro aos produtores de enxofre e depois aos metalurgistas (Sequeira, 1883, p. 194; pp. 480-483). Obtida a autorização no ano seguinte (portaria de 28 de fevereiro de 1866, pp. 494-497), a exploração a céu aberto permitiu reduzir substancialmente os custos de extração, recrutando a empresa massivamente mão de obra não qualificada proveniente do Algarve, das Beiras e do Alentejo, ficando ainda por estabelecer o processo técnico-industrial para



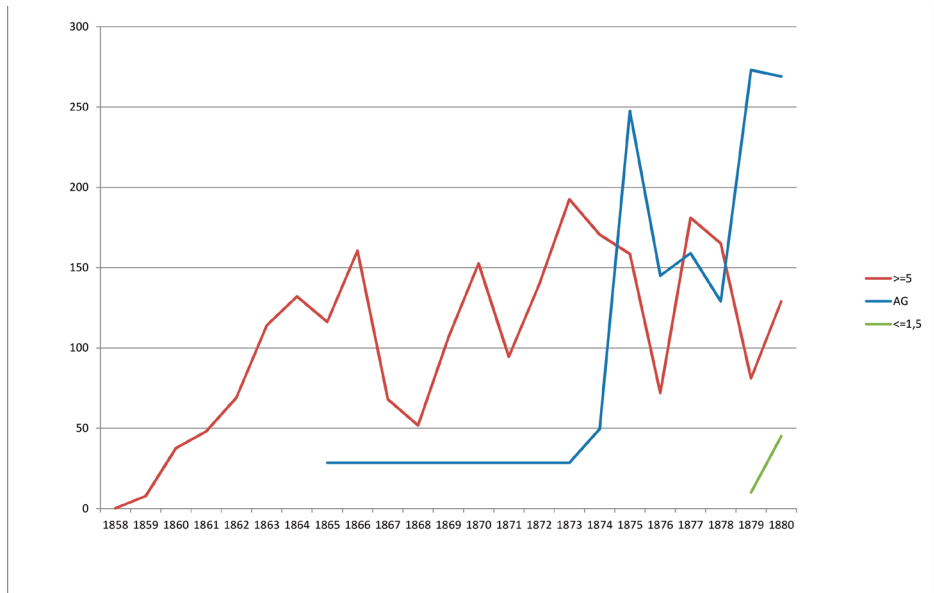
a valorização dos minérios com baixo teor de cobre. Dispondo de uma massa relativamente homogênea com mais de 1 quilómetro de extensão e com cerca de 100 metros de largo, a Mason & Barry respondia assim à baixa contínua nas cotações do cobre nas bolsas de Londres e de Nova Iorque com o aumento da sua escala das operações, as quais exigiram diversos ensaios para fixar o modo de tratamento das pirites com teores de cobre inferiores a dois por cento. A autorização para a criação do estabelecimento metalúrgico na Achada do Gamo, a 7 quilómetros da exploração, veio acompanhada da faculdade da empresa poder recorrer à expropriação por utilidade pública de terrenos destinados às oficinas acessórias, tal como anteriormente sucedera com a criação do caminho de ferro mineiro (1863) até ao porto do Pomarão, no rio Guadiana.

A Mason & Barry procedeu à instalação de altos-fornos para tratamento de minérios e, em 1868, propôs novo projeto para aproveitar o cobre presente nas águas de esgoto da mina. Pretendia, ao mesmo tempo, autorização para abrir poços em determinados locais da massa mineral para captação de águas pluviais destinadas à lixiviação do minério existente nas galerias que fossem abertas para esse fim. Enfim, a empresa utilizaria os motores hidráulicos instalados para extrair a água ácida dos pisos inferiores. Deste modo:

*A mina de São Domingos viria a dividir-se em dois compartimentos de exploração: um, o superior, para minérios de exportação e para minérios pobres para fábrica; e o outro, inferior, para cementação em grande escala (James Mason, Londres, 30 ag. 1860, carta ao Ministro das Obras Públicas Comércio e Indústria. [Sequeira, 1884, pp. 591-502]).*

A 17 de janeiro de 1871 o novo plano de lavra a céu aberto foi formalmente autorizado pelo governo português.

Figura 2. Exportação de pirites na mina de São Domingos.



Nota: (1) Valores em milhares de toneladas. Os valores para 1876 foram afetados pelas grandes cheias do Guadiana; (2)  $\geq 5$ : com teores de cobre superiores a 5 por cento (linha a cheio); AG: produzidos no estabelecimento hidrometalúrgico da Achada do Gamo com minérios mais pobres (a partir de 1875) e extração de minério inferior a 1,5 por cento de cobre (a partir de 1879).

Fonte: Sequeira, 1884.

Este passo, que envolvia o aproveitamento dos minérios com baixo teor de metais úteis foi decisivo, pois se permitiu uma enorme redução nos custos de extração, por um lado, também obrigava a empresa a aumentar a escala das suas operações numa altura em que os preços caíam acentuadamente. A Mason & Barry começou então os seus ensaios metalúrgicos, usando o sistema adotado em Espanha que foi melhorado para limitar os danos provados na agricultura. Segundo o testemunho dos inspetores mineiros, a decisão de não usar fornos abertos foi da concessionária:

*(...) fora aconselhada pelas dificuldades que tinham lutado as empresas do reino vizinho para poderem estabelecer a calcinação das pirites ao ar livre.*

*Os abundantes gases sulfurosos desenvolvidos nesta operação, destruindo todas as plantações e assolando os campos vizinhos até grandes extensões, forçaram as empresas a pagar consideráveis indenizações e a adquirir grandes tratos de terrenos, deixando sempre, apesar de tudo, margem para constantes e intermináveis questões com os proprietários e povos vizinhos dos estabelecimentos* (Cabral, 1899, p. 76).

Sublinhemos, pois, que as preocupações da empresa não se limitavam *apenas* às previsíveis questões com os proprietários, que seriam resolvidas por via judicial, com recurso à indenização ou até à expropriação por utilidade pública, se fosse obtido o consentimento prévio do governo. Elas estendiam-se "*às intermináveis questões com os povos vizinhos dos estabelecimentos*". Como interpretar esta afirmação que, desde logo, parece invocar uma experiência anterior? Estaria na mente dos diretores mineiros as ações luditas desencadeadas pouco tempo antes, em 1862, na mina do Braçal que tiveram como resultado a destruição dos fornos metalúrgicos e dos equipamentos mineiros e a paragem forçada dos trabalhos?<sup>2</sup> Ou as pesadas multas pagas pela mina de Tharsis (Huelva, Espanha), devido às ações judiciais interpostas por grandes lavradores e proprietários daquela região espanhola próxima? E que dizer desse incêndio que deflagrou misteriosamente na mina da Serra da Caveira, em Grândola, deixando as galerias em combustão durante dois anos consecutivamente? Terá sido acidental esse incêndio nesta concessão de Ernesto Deligny, um dos proprietários da La Sabina? Não o sabemos. Os relatórios coevos dos engenheiros de minas limitam-se a referir que a lavra do jazigo da Caveira, abandonado na fatídica década de 1880, ficou incompreensivelmente restrita aos minérios mais ricos, não havendo lugar ao tratamento local de pirites (Guimarães, 2001, pp. 80-84). O que temos por seguro, nesta altura, é o clima sedicioso que pairava na mina de São Domingos. Nesse ano, eclodiu um violento motim por motivos laborais que obrigou os encarregados e técnicos ingleses a refugiarem-se armados no interior da mina. A partir de então a empresa passou a poder contar com um destacamento permanente de 25 guardas armados ao serviço da mina. Esse número duplicou na década seguinte.

A empresa tinha começado por utilizar o sistema de valorização dos minérios análogo ao que era então utilizado nas minas situadas do outro lado da fronteira.

Assim, na Achada do Gamo estabeleceram-se fornos de calcinação. Os minérios ustulados eram depois era triturados em aparelhos movidos a vapor, sendo então separados e lixiviados em tanques de pedra. A operação seguinte passava pela precipitação do cobre nas águas lixiviadas, donde se obtinha o cimento que era então fundido localmente (Sequeira, 1884, p. 532-533).<sup>3</sup>

O principal problema deste processo encontrava-se na limitada capacidade de processamento dos fornos de calcinação aliada ao seu elevado custo. Tornava-se evidente que "a calcinação em fornos, base da operação, era praticamente inaceitável pela sua carestia" (Sequeira, 1884, p. 553). Sem outras alternativas, em 1868 a empresa teve a tentação de recorrer à solução espanhola, a queima em fornos abertos (*telleras* em espanhol), "para cuja prática era realmente asada a vasta charneca de S. Domingos". Para isso chegou mesmo a solicitar autorização ao governo (Monteiro e Barata, 1889). Ora, esta decisão é tomada apesar de serem "conhecidas as dificuldades com que tinham lutado as empresas no reino vizinho" para estabelecer esse processo. Referia-se, não a dificuldades de ordem técnica, mas:

*às valiosas indemnizações que tinham sido obrigadas a pagar à agricultura, as grandes extensões de terreno que era preciso adquirir para expor à ação devassadora dos fumos sulfurosos (embora a charneca de São Domingos fosse asada para ali se estabelecer aquela operação) e o receio das intermináveis discussões com os proprietários vizinhos do estabelecimento, levaram a empresa da mina a procurar por todos os meios resolver a sua questão independentemente dessa ustulação ao ar livre* (Sequeira, 1884, p. 533).

Em 1871, há notícia de se ter realizado um ensaio de ustulação ao ar livre, "cujo resultado levou a por absolutamente de parte qualquer processo dependente desta operação prévia". Que teria sucedido? Não há, por parte dos dois engenheiros do governo, qualquer explicação adicional, de natureza técnica ou económica. No entanto, é a própria empresa que, num folheto noticioso destinado provavelmente a conseguir apoios do governo para a expansão do seu projeto industrial, explica desta forma a sua opção estratégica:

*D'autant plus que le système le plus en usage pour le traitement des pyrites comporte la calcination, qui devrait naturellement s'exécuter sur une*

*grande échelle, mais dont les premiers essais ont sur le champs élevé les réclamations les plus énergiques de la part des propriétaires et cultivateurs du voisinage, qui se sont récriés sur les dommages faits à la végétation environnante par l'évolution des fumées sulfureuses. Un a même, lors de la combustion spontanée et purement accidentelle de quelques baldes de miner aient traitement, vu des mouvements séditieux et menaçants éclater parmi les gens du pays, et il a fallu par conséquent renoncer à ce mode de traitement.* (Mason & Barry, 1878, p. 20; v. tb. Alves, 2001, p. 149)

Em suma, tudo indica que a Mason & Barry estaria ainda assim disposta a enfrentar os custos financeiros associados à indenização de proprietários e lavradores devido à emissão dos gases sulfurosos resultantes da queima ao ar livre das pirites, feita em larga escala. Porém, nesta informação da empresa confessa que foram os movimentos sediciosos e ameaçadores das populações vizinhas que levaram à renúncia da ustulação das pirites ao ar livre. Que fatos estariam por detrás destas afirmações, para além da invasão do campo mineiro pelas populações vizinhas, que ocorreu em 1875, para terminar com a queima de minério ao ar livre? E porque razão se queixava a Mason & Barry ao governo do incêndio de montes de minério que dizia ter sido iniciada por acidente? Estaria a empresa a empolar o alcance desta ação ludita contra as *telleras* para obter a autorização do governo para o seu projeto hidrometalúrgico? Não o cremos. Fosse como fosse, São Domingos viria a ser a primeira exploração mineira do mundo a ver aplicada industrialmente o tratamento das pirites pobres a frio, ou seja, sem o recurso à ustulação e, por isso, designado também por cementação natural - uma inovação que, tudo o indica, foi desenvolvida localmente.

**Tabela 2. Investimentos em capital fixo na mina de São Domingos pela Mason & Barry, 1858-1879**

<b>Rubricas selecionadas</b>	<b>Até 1867</b>	<b>Até 1870</b>	<b>Até 1879</b>
Terrenos comprados	8.707	11.929	27.950
Fornos experiências	4.732	---	---
Fornos para enxaguar cáscara	---	---	782
Tanques de cementação	---	---	609
Dois barcos a vapor	26.682	---	---
Tanques de evaporação	---	---	709
Aparelhos de lavagem	1.764	---	---
Descarga de águas sulfatadas	---	---	70.898
Tanques e canais de cementação	13.939	3.011	90.306
Aparelhos de trituração	3.323	8.148	25.745
Minério acumulado	174.953	66.473	273.938
Palacete do diretor	1.102	1.102	Amortizado
Habitação de operários	2.365	2.365	1.728
<b>Total capital fixo</b>	<b>1.091.212</b>	<b>1.402.339</b>	<b>2.319.349</b>

Nota: rubricas selecionadas, valores em mil réis.

Fonte: Sequeira, 1883.

**Tabela 3. Investimentos no sistema hídrico e hidrometalúrgico na mina de São Domingos pela Mason & Barry, 1861-1880**

Ano	Represas	Função	Custo*	Capacidade*
1861	1	Esgoto da mina (reco- lha de águas)	3.145	32
1864	2	Lixiviação (Achada do Gamo)	6.143	110
1865	3	Oficinas, máquinas a vapor, povoação, etc. (abastecimento)	23.945	1.843
1873	4	Irrigação dos minérios da Achada do Gamo	81.182	5.880
1878	5	Represamento das águas ácidas	---	---
1878	6	Represamento das águas ácidas	---	---
1879	7	Represamento das águas ácidas	35.389	1.448
1880	---	Encanamentos e des- vios de águas pluviais	42.795	---

Notas: \*custo em mil réis; \*\*capacidade em milhares de m<sup>3</sup>.

A tabela acima dá-nos uma ideia dos valores envolvidos em experiências metalúrgicas e no investimento na hidrometalurgia até 1879 e algumas outras rubricas para facilidade de comparação. Os valores inscritos (em contos de réis) em aparelhos de moagem de minério (trituração), tanques de cementação, descarga de águas sulfatadas, etc., aparentemente elevados, são relativamente diminutos quando comparados com os valores inscritos nos relatórios de uma companhia a operar numa mina congénere, a Transtagana, relativos às propriedades rústicas que esta companhia teve de adquirir, a 10 quilómetros das suas minas, para levar por diante o processo usual de ustulação-lixiviação. O investimento na construção de represas de águas pluviais e ácidas foi faseado e pôde contar com o recurso à expropriação por utilidade pública (decretos de 27/12/1875 e de 17/5/1877, publicados no Diário do Governo de 7/1/1876 e de 26/05/1879).

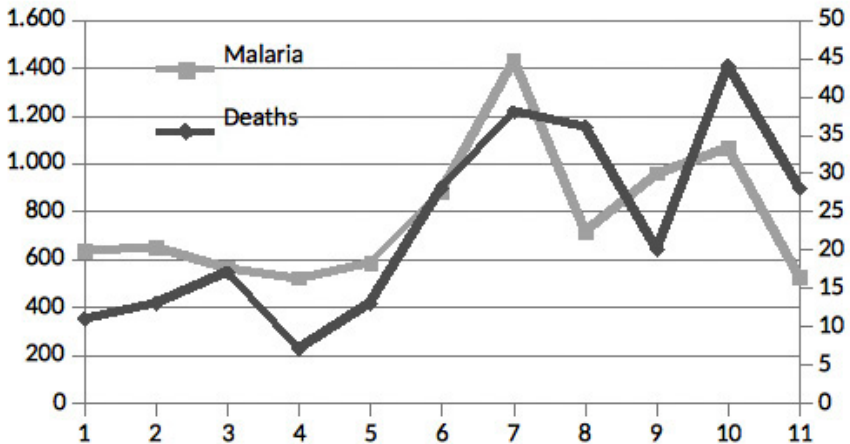
Em suma, entre 1871 e 1875, a Mason & Barry irá desenvolver nas margens do Guadiana um sistema inovador de tratamento metalúrgico das pirites que dispensava inteiramente a ustulação. O tratamento a frio obrigou os diretores a realizar enormes investimentos na construção de uma rede de tanques e de canais que era alimentada por represas de águas fluviais, estabelecido na Achada do Gamo, situada a 3 quilómetros do campo mineiro. Assim, no final daquele ano, a empresa já tinha estabelecido definitivamente o seu plano de tratamento para todos os seus minérios "cuja colocação no mercado não fosse considerada remuneradora". O sistema viria finalmente a ser concluído até finais daquela década<sup>1</sup>.

### **Hidrometalurgia e mudança ambiental**

A hidrometalurgia, um processo de produção de cimentos de cobre sem recurso à queima do minério (ustulação), também designado por "cimentação natural", foi um processo desenvolvido e aplicado pela primeira na mina de São Domingos no estabelecimento da Achada do Gamo, localizado a 3 km da mina, a caminho do porto no Guadiana (Sequeira, 1877, p. 77). O principal problema ambiental gerado por este processo resultava das descargas periódicas no rio das águas sulfatadas provenientes dos tanques de precipitação. A Mason & Barry viu-se assim forçada a construir longos e sinuosos canais em cujo percurso havia pequenas lagoas até chegarem ao barranco do chumbeiro. Aqui foram construídos dois enormes açudes com capacidade de 2 milhões de m<sup>3</sup> de águas, onde se deveriam acumular essas águas para descarregar no Guadiana na altura das cheias. Essas obras, feitas com o objetivo de minorar o impacto no rio, envolveram ainda mudança do curso natural em alguns barrancos, a construção de alvercas e sanjas e um grande canal em túnel com 100 metros de comprimento, 6 metros de largo próximo e 4,5 de altura próximo da ribeira do Chança. A empresa gastou nestas obras a importante quantia de 212 contos de réis.



Figura 3. Número de casos de doentes com sezões ("malária") registados no hospital da mina e número de mortos por essa doença.



Fonte: Sequeira (1883).

Outro problema imediato prendeu-se com o forte aumento da frequência e intensidade na ocorrência de crises sazonais devido à enorme quantidade de água no solo e charcos que se criavam. De tal forma estas crises afetaram a vida da exploração que a direção e a equipa técnica tiveram de abandonar a aldeia mineira e os guardas das minas mudaram-se para a povoação dos Salgueiros, uma estação do caminho de ferro mineiro próxima. Uma comissão formada por médicos e engenheiros visita a mina e acaba por propor um conjunto de medidas diversas, donde se destaca, como medida duradora, a imposição da plantação de eucaliptos no campo mineiro e a indicação de problemas diversos, como a sobrelotação das habitações dos mineiros. O relatório, porém, é claramente favorável à empresa, não impondo qualquer sanção à empresa, nem encontrando uma relação entre a mortalidade mineira, as condições de trabalho na córta e a salubridade no campo mineiro. A empresa cumprirá diligentemente nos anos seguintes com algumas dessas imposições. Ainda como medida profilática, a empresa estabelece, em 1878, o duche à saída dos túneis de extração. Em dezembro de 1876, o Guadiana arrasa por completo a povoação do Pomarão e os seus equipamentos, incluindo um enorme depósito e a estação

do telégrafo. A imprensa local regista 11 mortos encontrados na corrente. As cheias ficaram na memória local pela sua devastação.

### **Guadiana: um rio de morte**

O desague das águas sulfatadas no Guadiana revelou-se um problema persistente que envolveu diretamente os pescadores do rio e de Vila Real de Santo António, os municípios e as suas associações, por um lado, e a companhia inglesa, sempre ancorada nas autoridades mineiras e na sua rede de influência. As queixas das populações associadas à descarga periódica das águas ácidas referiam-se à morte dos peixes dos seus lugares de criação. Também os pescadores de Vila Real se queixaram do desaparecimento dos cardumes de sardinha junto à costa, afetando a arte de xávega, aquela que dava de comer à população mais numerosa de pobres pescadores.

Os pescadores de Mértola, de Castro Marim e de Vila Real de Santo António, juntamente com os armadores daquela vila algarvia usaram como forma de pressionar as autoridades a publicação de queixas na imprensa local, as petições aos municípios e delegados do governo (administradores dos concelhos) e, muito provavelmente também, a ameaça de recorrer aos tribunais. O governo foi forçado a intervir como medidor neste conflito que se arrastou de forma aguda, num primeiro momento, durante a primeira metade da década de 1880. Apesar de pagamento de compensações aos compromissos marítimos algarvios, a Mason & Barry usa argumentos racionais, técnicos e económicos para rejeitar as reclamações. Alguns argumentos falaciosos são invocados, como o de atirar com a responsabilidade para cima das minas espanholas da fronteira, rejeitar a ideia de que a mina seria fonte dos níveis de poluição invocados e de não causar danos às pescas no Algarve. Para além dos argumentos sensíveis à administração, como o impacto económico direto na região (por via do emprego e dos impostos), a companhia usava o argumento de que se tratava do melhor sistema de tratamento de águas mineiras instalado na região. É enfatizado o valor dos investimentos feitos com o objetivo de reduzir os danos ambientais. O Estado mostra-se particularmente sensível a estes argumentos, bem como a valor dos impostos pagos (o dobro dos recebidos com a pesca naquela zona do Algarve) e, enfim, aos esforços feitos para melhorar o bem-estar dos seus empregados.

Nesta polémica, como noutras neste período, aos pescadores e trabalhadores não é dada qualquer credibilidade como fonte de informação fidedigna, enquanto as comissões que vêm de Lisboa são formadas por técnicos afetos aos serviços mineiros. A informação que interessa ao Estado é quase exclusivamente de natureza económica. Interessa quanto rende a pesca ao país, ao Estado. A este respeito importa o relatório de uma autoridade reconhecida neste campo: Alfredo Ghira (1889). E este defendeu no essencial os argumentos da Mason & Barry (Garcia, 1996, 2, p. 431).

O problema do Guadiana parece ter desaparecido nos arquivos, quando volta a reemergir com a República, logo nos primeiros anos, tal como sucede no rio Sado, onde também se notara a morte da sardinha e os efeitos sobre a agricultura. Apresenta-se agora o renascimento do rio como um projeto republicano. Longe de hostilizar, visava-se acomodar os problemas da atividade mineira de São Domingos com os interesses dos pescadores. Em suma, haveria que tornar o Guadiana um rio vivo de novo! Neste contexto conflitual, a República dá poderes de fiscalização à câmara. Cabe agora aos seus fiscais vigiar os momentos de descarga das águas sulfatadas, que deveria ser feita nos meses de inverno. Mas a empresa é acusada de desprezar os acordos firmados e de despejar a água da mina noutras alturas do ano (*O Futuro de Mértola*, I, 17, 3 de abril de 1913, p. 2). O projeto de reanimação do Guadiana é abandonado.

### **Os lavradores contra a poluição mineira**

Em 1912, com o arranque do caminho de ferro do Vale do Sado (1912), as minas da Caveira e do Lousal (concelho de Grândola) reiniciaram a sua atividade, juntando-se assim às minas de Aljustrel que tinham reiniciado a sua laboração em 1898, numa associação de capitais portugueses e belgas. Também nesta altura a Sociéte Anonyme Belge des Mines d'Aljustrel tenta convencer o ministro de fomento Manuel de Brito Camacho a apoiar os projetos para o aumento da sua produção, conseguido com o redesenho da linha ferroviária, necessário para reduzir custos. Esta empresa herdara o património da antiga Companhia de Mineração Transtagana, que não tinha sido capaz de estabelecer um sistema de tratamento de minérios eficiente. Os problemas com a queima de minérios obrigaram a companhia a ter de adquirir várias propriedades, estabelecendo o sistema pré-metalúrgico na herdade das Pedras Brancas, a

quilómetros das duas explorações que ficavam localizadas nos extremos da vila de Aljustrel. A companhia foi forçada a ter de aumentar sucessivamente o seu capital, abandonando a luta com um capital não remunerado de cerca de 750 contos – uma soma fabulosa naquela época, superior ao capital de alguns pequenos bancos regionais. O sistema de tratamento adotado tardiamente era semelhante ao usado na maior parte deste tipo de minas e combinava a ustulação com a lixiviação. As minas acabaram por encerrar em 1881.

Com o reinício da exploração mineira em 1898 em Aljustrel, com capitais lusobelgas, a empresa passa a exportar pirites com teores de cobre mais elevados (2-3 por cento) e concentrados cupríferos com base na hidrometalurgia (cementação natural). Foi neste contexto que reemergiram também as queixas dos lavradores, levando os deputados republicanos da região a intervir no parlamento clamando contra os abusos das práticas mineiras. Apesar do tom agrarista das intervenções de alguns deputados, em defesa das vítimas da poluição mineira dos solos e da água, tanto no sul como no norte, não houve um confronto direto com os interesses mineiros. No entanto, os governos agraristas da República, como o de Sidónio Pais, legislaram em defesa dos lavradores e proprietários estabelecendo procedimentos administrativos claros e prazos para a resposta às suas reclamações em resultado do inquinamento das águas correntes, assoreamentos resultantes de entulhos e outros provenientes de lavra mineira (decreto lei 4.159, publicado no Diário do Governo, 89, I série, de 27 de abril de 1918). Porém, cabia aos engenheiros e técnicos dos serviços mineiros, os mesmos que tinham dado aval aos projetos em cursos, avaliar no terreno a justeza das reclamações dos prejudicados, estabelecendo onexo entre o dano e a sua causa ou origem. Estabelecida administrativamente a culpa, a determinação da indemnização a pagar pelas companhias considerava a perda de valor da propriedade mas limitava o cálculo a dez anos agrícolas. O valor era fixado por uma comissão onde participavam representantes da câmara, do concessionário, o juiz da comarca e um agrónomo nomeado pelo Ministério da Agricultura. Esta legislação não impediu posteriormente a emergência de incidentes violentos, como sucedeu em Aljustrel, em 1922 (quando se registou uma ação de sabotagem que conduziu ao descarrilamento de uma composição ferroviária), nas minas de Talhadas (Aveiro), em 1924 e no vale de Gaia (freguesia de Pega, Guarda) dois anos mais tarde, quando populares agrídem prospetores mineiros britânicos (Silva, 2013).

A administração mineira durante a ditadura seguiu no essencial os procedimentos estabelecidos no período republicano, deixando a avaliação das responsabilidades aos serviços mineiros. Os seus pareceres faziam prova em tribunal que aplicavam medidas de compensação às vítimas e coimas às companhias excecionalmente. Não há até ao momento qualquer tipo de evidência que tenha existido um esforço por parte destas companhias para limitar os danos ambientais pela introdução de novos processos e tecnologias. Também a administração mineira durante o período ditatorial e corporativo não parece ter estado preocupada em limitar a produção da matéria-prima considerada vital para a grande agricultura comercial (os superfosfatos e o sulfato de cobre), mas antes em fixar ou impor preços baixos à produção. Em Aljustrel, por exemplo, a expansão na produção mineira ficaria adiada até finais dos anos '20 do século passado, quando se ultrapassam as 100 mil toneladas de arranques anuais, um valor só novamente ultrapassado nos finais dos anos '30, duplicando de forma sustentada a partir dos finais da II Guerra Mundial. É, porém, a economia do enxofre que viabiliza estas explorações do Sul. Assim, o sistema hidrometalúrgico local manteve-se em funcionamento até finais do século XX.

A alteração ambiental mais importante na economia das pirites decorreu da instalação de unidades de processamento de pirites pobres e lixiviadas para a produção de ácido sulfúrico. Esta indústria química deslocaliza-se para os portos, surgindo grandes unidades no Barreiro (CUF, Companhia União Fabril, em 1905), em Setúbal e Estarreja (SAPEC, 1934 e 1938) e na Achada do Gamo (Mason & Barry, 1934). Neste último caso, tal como no Barreiro, a intensa poluição atmosférica que afetou os moradores, resultou em queixas recorrentes às autoridades. Estas intervêm mediante queixa, impondo o alteamento das chaminés e outras medidas que são cumpridas mais ou menos lentamente. Ao mesmo tempo, o Estado Novo elevou os custos de agência, impôs a contenção da conflitualidade ambientalista e apoiou um modelo de industrialização assente num conjunto de indústrias pesadas com elevados custos ambientais.

## Reflexões finais

No seu estudo sobre a exploração britânica em Rio Tinto, Charles Harvey afirmou que, ao contrário do que sucedia com a investigação desenvolvida pela companhia sobre os processos técnicos existentes, "poucos esforços tinham sido feitos para pensar novos sistemas de produção". De fato, apenas numa ocasião a direção de Rio Tinto fez um grande esforço nesse sentido. Foi em 1878, quando se tornou claro à direção que qualquer aumento significativo da produção de minério tratado pelo processo de ustulação-lixiviação iria encontrar uma oposição tenaz dos latifundiários de Huelva. Consequentemente, se a produção de cobre aumentasse, outros meios para além da ustulação [queima de pirites em fornos abertos] deveriam ser encontrados para tratar os minérios com baixo teor (Harvey, 1981, p.94, tradução nossa). O longo conflito entre a administração inglesa de Rio Tinto e a população do município, que tem o seu momento mais alto no Ano dos Tiros (1888), parece ter resultado da incapacidade da companhia em encontrar alternativas técnicas economicamente viáveis, ao contrário do que aconteceu em São Domingos. Aqui, a empresa conseguiu inovar tecnologicamente, suprimindo os riscos de conflito com as populações locais, lavradores e proprietários, mas lançando para os pescadores e armadores os custos da sua ação sobre o ambiente.

Estes dois casos sugerem que os efeitos dos conflitos ambientais devem ser vistos em contexto, de forma combinada com outras "variáveis", pois não estabelecem relações unívocas com as opções tecnológicas. Quando correm de forma institucionalizada, traduzem-se em aumentos de custos para as empresas (indenizações, aquisição "forçada" de terras, etc.) que estimulam os empresários e os seus agentes a reduzi-los sem colocar em causa os seus projetos. Por outro lado, os conflitos abertos aumentavam o risco nas operações e os custos com a segurança. Deste modo, a estratégia das empresas assentou na redução dos riscos associados às suas operações a par da redução dos custos ambientais. Neste contexto, a hidrometalurgia permitiu à Mason & Barry responder a estes desafios em São Domingos, diferindo os custos ambientais. Porém, ao alterar as condições ambientais, a solução tornou-se uma caixa de Pandora criando surtos pandémicos de malária com os quais a empresa teve muita dificuldade em lidar, dados os conhecimentos existentes na época sobre a doença e a sua origem.

A análise de vários processos administrativos mineiros das minas de pirite portuguesas na segunda metade de Oitocentos revelou que os empresários mineiros foram bem-sucedidos em lidar com estes problemas emergentes. Os custos ambientais foram muito diminuídos devido à relativa facilidade com que os grandes empreendimentos convenciam os governos do valor superior dos seus projetos, invocando a seu favor os valores da Civilização, do Progresso e o exemplo das práticas seguidas nos países líderes do crescimento económico moderno. O recurso à expropriação por utilidade pública de bens fundiários associava-se ao poder negocial das companhias junto dos proprietários que, por norma, recorriam aos tribunais. Porém, outro tipo de riscos mais sérios parece terem sido considerados, como sejam as ações reativas por parte das populações afetadas na forma de ações luditas ou de sabotagem.

Os riscos ambientais fizeram frequentemente parte integrante dos projetos mineiros e, por essa via, acabaram por fazer parte também da vida económica dos estabelecimentos como nos mostra o caso das minas de Aljustrel e de Grândola. A imposição pelo Estado do tratamento com cal das águas de descarga nos rios e ribeiras para limitar os danos sobre as propriedades marginais aos cursos de água, como ocorreu nas minas de pirite do distrito de Aveiro, representava custos adicionais que as empresas não deixavam de recordar à administração mineira em momentos de tensão ou de dificuldades.

Em síntese, o caso da mina de São Domingos, comparado com o de outras explorações, mostra que o ambiente não foi ignorado nas estratégias empresariais, tanto mais que a própria legislação tinha em consideração a segurança das povoações, a saúde pública e o esgoto das águas das minas. Porém, a inovação tecnológica e a aplicação das tecnologias disponíveis nas minas de pirites foram orientadas para a extensão dos limites físicos dos recursos naturais num quadro de racionalidade económica capitalista. Só com economias de escala se conseguiria explorar minérios cada vez mais pobres em metais e fazer face à queda contínua, embora irregular, dos preços pagos pelos metalurgistas. Isto levou as companhias a promoverem a produção local de concentrados metálicos (mates, cements) com a consequente transferência da maior parte dos custos ambientais para as regiões mineiras.

Nesse quadro, os custos ambientais eram considerados também como riscos de operação que condicionaram, se não mesmo comandaram, a estratégia

dos diretores das minas, levando-os a conceber formas de redução de riscos, quer recorrendo a mecanismos de favor político e público quer a escolhas tecnológicas determinadas pelos custos sociais envolvidos. Como noutros locais procuramos mostrar, a degradação ambiental foi frequentemente vivida dramaticamente por populações rurais que acabam por encontrar na própria mina as condições para a sua sobrevivência como simples trabalhadores braçais.

O sucesso empresarial da Mason & Barry em São Domingos a partir de 1875 assentou largamente na sua capacidade de criar valor a partir de minérios com baixos teores de cobre, procedendo à sua valorização local por processos hidrometalúrgicos. Esta inovação local permitiu-lhe recuperar grande parte do enxofre contido no minério depois de lixiviado, e resolver os problemas ambientais dos fumos resultantes de processos pirrometalúrgicos que afetavam diretamente os grandes proprietários e as populações rurais. Com isso, a empresa não apenas estendeu a fronteira dos recursos mercantilizáveis como foi capaz de transferir os custos para outros grupos, em especial aqueles que viviam da pesca. Esta opção alterou a salubridade da própria aldeia mineira, afetando a saúde das pessoas. No entanto, a empresa viu-se incapaz de desenvolver soluções para os problemas ambientais que tinha gerado com a inovação tecnológica visto que a natureza do conhecimento necessário para fazer face a estes problemas era de índole distinta. Somente nos anos Trinta do século passado, a atuação do Estado no âmbito da luta anti-sazonática foi capaz de alterar significativamente a situação, apesar das medidas de mitigação anteriormente adoptadas, como foi a plantação de eucaliptos. Nos princípios do século XX, o sistema tinha-se generalizado a todas as minas do sul. Em suma, neste caso não foi a diminuição dos preços dos minérios que conduziu ao aumento subsequente do seu consumo (paradoxo de Jevons) mas a busca incessante de valorização da grande massa de minérios sem valor económico até aí, através da inovação tecnológica, que conduziu à alteração qualitativa da escala das operações, respondendo assim (e contribuindo para) a tendência contínua de diminuição dos preços até à década que antecede a I Guerra Mundial. Os problemas ambientais crescentes fizeram parte deste processo a diferentes títulos, criando dilemas e impondo respostas técnicas exequíveis com os custos ambientais associados necessariamente externalizados.



## Agradecimentos

Este texto resulta de duas comunicações apresentadas respetivamente no IV Encontro CITCEM "Cruzar Fronteiras: Ligar as Margens da HISTÓRIA AMBIENTAL", Porto, FLUP, 5 - 7 novembro 2015 e no Segundo Congresso Mundial de História Ambiental, Guimarães, 7 a 12 julho 2014, Painele CO-02 (CFPG). O autor agradece o apoio prestado pelo Projeto MINECO HAR2014-56428-C3-1-P e pelo Centro de Investigação em Ciência Política.

## Notas

1 Sobre os processos metalúrgicos desenvolvidos neste período e até finais do século XIX veja-se, por exemplo, P. Truchot, 1907; Greenawalt (1912). Sobre as tecnologias usadas na Antiguidade veja-se Pérez Pérez Macias (1997).

2 Para uma visão geral sobre os conflitos ambientais mineiros em Portugal na segunda metade do século XIX veja-se Guimarães, 2013.

3 A Mason & Barry adaptara e melhorara o sistema utilizado nas minas do Huelva. O tratamento pirometalúrgico passava pelas seguintes operações: 1. calcinação do mineral pobre e miúdo em fornos fechados; 2. trituração mecânica a vapor do minério ustulado; 3. separação e classificação (manual); 4. precipitação do cobre nas águas da lixívia no estado de cimento; 5. fundição para obter o regulus; 6. afinação do regulus. O resultado era um produto com cerca de 70-80 por cento de cobre que era exportado embarcado.

4 Após a descarga do minério vindo da mina, o processo envolvia as seguintes operações: 1. escolha do minério, separando-o do estéril à mão; 2. trituração manual (mais tarde em pequenos moinhos); 3. transporte do minério triturado e empilhamento em medas (chegavam a ter 20 m de altura); 4. rega das medas, lixiviação; 5. cementação (precipitação do cobre dos sulfatos das águas mães pelo ferro neles emergido) em tanques com capacidade de 40 m<sup>3</sup>; 6. enxugo, moagem e embarcamento. Um dos problemas na economia deste processo prendia-se com o gasto de ferro (sucata) que chegava a ser de 3:1. O consumo de sucata importada atingia as 20 mil toneladas anuais. O investimento na achada do gamo atingiu os 616 contos. Após a extração do cobre, ficavam no terreiro as pirites lixiviadas que eram também exportadas para Inglaterra para fabricar de ácido sulfúrico. A operação dava pouco lucro, mas a empresa livrava-se assim dos custos de gestão dos resíduos acumulados. A Achada do Gamo começou a funcionar em 1870 e empregava em média 550 homens diariamente. (Sequeira, 1883, p. 81).

## Referências bibliográficas

- ALVES, H. (2001), "Notas históricas e arqueológicas sobre o Património Industrial das minas de Aljustrel e de S. Domingos". In M. Rego (coord.), *Mineração no Baixo Alentejo*, vol. II, Castro Verde, C. M.
- BROADBENT, J. (1998), *Environmental Politics in Japan: Networks of Power and Protest*, Cambridge University Press.
- CABRAL, J. A. N. (1858), "Relatório acerca das minas do Braçal, Palhal, Carvalhal e Pena no distrito administrativo de Aveiro". *Boletim do Ministério das Obras Públicas, Comércio e Indústria*, Lisboa, 2, pp. 721-805.
- CABRAL, J. A. N. (1864), *Relatório sobre a Exposição Universal de Londres de 1862*, Lisboa, Imprensa Nacional.
- CABRAL, J. A. N. (coord.) (1889), *Exposição Nacional das Indústrias Fabris: Catálogo Descritivo da Seção de Minas*, Lisboa, Imprensa Nacional.
- CMT, COMPANHIA DE MINERAÇÃO TRANSTAGANA (1866-1882), *Relatórios e contas*, Lisboa.
- CUSTÓDIO, J. (2013), *Mina de S. Domingos: Território, História e Património Mineiro*, Lisboa, SOCIUS; ISEG.
- EGAN, M.; CRANE, J. (eds.) (2009), *Natural Protest: Essays on the History of American Environmentalism*, Routledge.
- GARCIA, J. C. (1988), "Portuguese copper and sea trade in the Western Mediterranean from 1895 to 1909". *Revista da Faculdade de Letras – Geografia*, I série, vol. IV, Porto, pp. 291-297.
- GARCIA, J. C. (1996), *A Navegação do Baixo Guadiana Durante o Ciclo do Minério (1857-1917)*. Tese de doutoramento em Geografia Humana. Porto, FLUP, 2 vols.
- GUIMARÃES, P. E. (1989), *Indústria, Mineiros e Sindicatos*, Lisboa, Instituto de Ciências Sociais.
- GUIMARÃES, P. E. (1997), "O Alentejo e o Desenvolvimento Mineiro durante a Regeneração". In M. Rego (coord.), *Mineração no Baixo Alentejo*, Castro Verde, Câmara Municipal, pp. 115-129.
- GUIMARÃES, P. E. (2001), *Indústria e Conflito no Meio Rural: os Mineiros Alentejanos (1858-1938)*, Lisboa, Colibri; Cidehus.
- GUIMARÃES, P. E. (2013), "Os Conflitos ambientalistas nas minas portuguesas (1850–1930)". In B. Monteiro e J. D. Pereira (orgs.), *De Pé Sobre a Terra: Estudos Sobre a Indústria, o Trabalho e o Movimento Operário em Portugal*, 1ª ed, Lisboa, Instituto de História Contemporânea, Universidade

- Nova, pp. 135-177, Disponível em <http://run.unl.pt/handle/10362/11192> (último acesso 20.12.2015).
- GREENAWALT, William E. (1912), *Hydrometallurgy of Copper*, New York, McGraw-Hill Book Co.
- HARVEY, C. E. (1981) - *The Rio Tinto Company: An Economic History of a Leading International Mining Concern, 1873-1954*. Penzance, Cornwall.
- HAYES, G. (2002), *Environmental Protest and the State in France*, New York, Palgrave MacMillan.
- HOBBSAWM, E. (1952), "The achine breakers", *Past and Present* 1, pp. 57-70.
- JONES, S. E. (2013), *Against Technology: From the Luddites to Neo-Luddism*, Londres, Routledge.
- MARTINEZ-ALIER, J. (2001), "Mining conflicts, environmental justice, and valuation", *Journal of Hazardous Materials* n. 86, pp. 153–170.
- MARX, K. (1973 [1873]), *O Capital*, 2 vols, Lisboa, Delfos.
- MASON & BARRY (1878), *Notice sur la Mine de São Domingos*, Lisboa.
- MOKYR, J. (1990), *The Lever of Riches: Technological Creativity and Economic Progress*, Oxford University Press.
- MORISON, E. E. (1966), *Men, Machines and Modern Times*, Cambridge, MA, MIT Press.
- PÉREZ CEBADA, J. D. (2014), *Tierra Devastada: Historia de la Contaminación Minera (en las grandes cuencas de minerales no ferrosos hasta 1945)*, Madrid, Editorial Síntesis.
- PÉREZ MACIAS, J. A. (1997), "Apuntes para una Historia de las Investigaciones sobre la Minería y Metalurgia en el Suroeste Peninsular". In Miguel Rego (coord.), *Mineração no Baixo Alentejo*, Castro Verde, Câmara Municipal, 28-59.
- GRÃ-BRETANHA (1869), *Mineral Statistics of the United Kingdom of Great Britain and Ireland for the Year of 1868*, Londres, Longman Green & Co.
- RANDALL, A. J. (1986), "The philosophy of luddism: the case of the West of England workers, 1790-1809". *Technology and Culture*, 27 jan, pp. 1-18.
- ROTHWELL, R. (1894), *The Mineral Industry in the United States*, II, pp. 253-260.
- SEQUEIRA, P. V. C. (1883), "Notícia sobre o estabelecimento mineiro de S. Domingos (1868-1880)", *Revista de Obras Públicas e de Minas*, Tomo XIV, n. 163 e 164, Lisboa, Imprensa Nacional, pp. 185-284.
- SEQUEIRA, P. V. C. (1884), "Notícia sobre o estabelecimento mineiro de S.

- Domingos (1868-1880)". Revista de Obras Publicas e de Minas, Tomo XV, n. 165 e 166, Lisboa, Imprensa Nacional, pp. 480-540.
- SILVA, J. M. L. (2011), Volfro! Esboço de uma Teoria Geral do "Rush" Mineiro: o caso de Arouca, Arouca, ADPA.
- SILVA, P. G. (2013), No Rasto da Draga, Castro Verde, 100 Luz.
- SZASZA, A. (1991), "In praise of policy luddism: strategic lessons from the hazardous waste wars". *Capitalism Nature Socialism*, vol. 2, n. 1, pp. 17-43.
- SZASZA, A. (1994), *Ecopopulism: Toxic Waste and the Movement for Environmental Justice*, University of Minnesota Press.
- TRUCHOT, P. (1907), *Les Pyrites: Pyrites de Fer, Pyrites de Cuivre. Traité Pratique*, Paris, H. Dunod et E. Pinat.
- UEKOETTER, F. (2009), *The Age of Smoke: Environmental Policy in Germany and the United States, 1880-1970*, University of Pittsburgh Press.
- WILKINSON, N.B. (1973), *Poverty and Progress: An Ecological Perspective on Economic Development*, New York, Praeger.