

Óleo de Folhelho



Introdução

- Xisto betuminoso é uma rocha sedimentar, recorrente em diversos lugares do mundo, composta por matéria orgânica oleosa denominada betume ou folhelho betuminoso.
- O óleo de xisto é proveniente de transformações químicas de resíduos vegetais, ao longo de milhões de anos e é usado como fonte de energia. Ele deve ser extraído da rocha e refinado.



- Todos os derivados obtidos do petróleo podem ser, de igual maneira, retirados do xisto, o que justifica a atração por esse mineral, principalmente quando o preço do petróleo sobe.
- Porém, a extração de xisto ainda é mais cara e possui maiores preocupações ambientais, o que torna a extração de petróleo muito mais viável.



- Dentre os principais problemas temos a movimentação de grandes volumes de rochas para se extrair baixas quantidades de óleo, a elevada poluição atmosférica e hídrica e o risco de combustão espontânea dos resíduos.



- Projeto PETROSIX : Desde 1954 através da Superintendência da Industrialização do Xisto (XIS), a Petrobrás criou uma tecnologia com o objetivo de extrair esse óleo combustível. Em 1972 a operação se iniciou em São Mateus do Sul, Paraná. O processo passou a ser patenteado internacionalmente.
- Atualmente, SIX funciona também como um centro avançado de pesquisa na área de refino, onde são desenvolvidos vários novos projetos em conjunto com universidades e possui uma produção de 3.870 barris/dia.

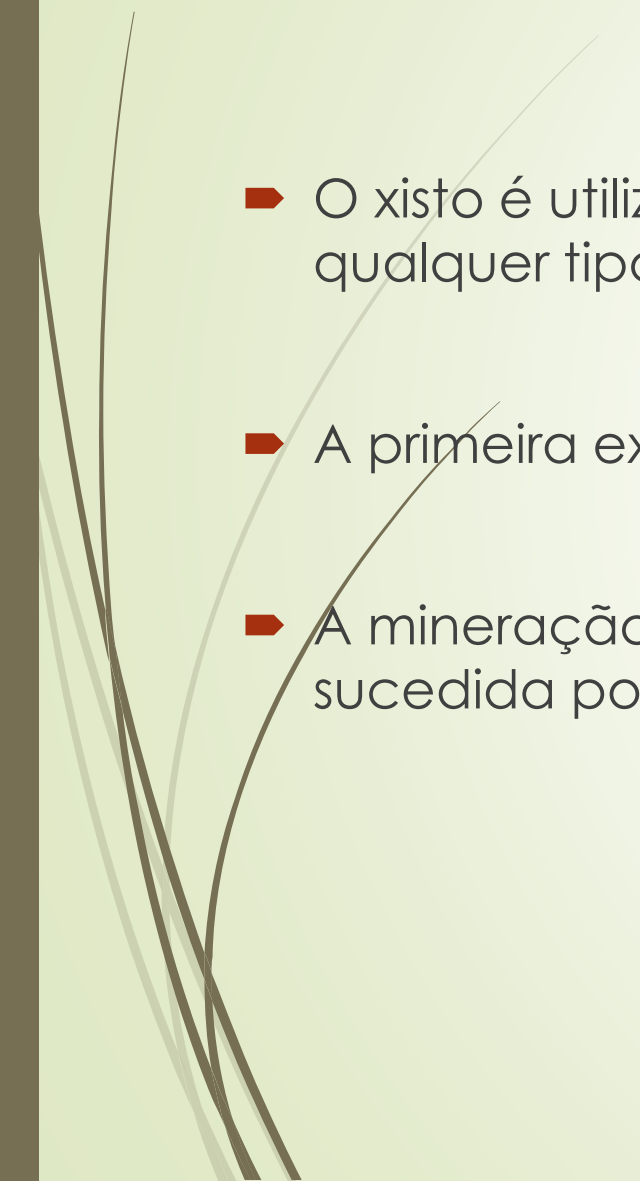


- Investimentos no xisto: A exploração do xisto não é um monopólio estatal e exigia investimentos da ordem de US\$ 2 bilhões para uma usina de 50 mil barris/dia. Portanto, não atraiu muitos capitais privados e estrangeiros, fazendo com que a Petrobrás tornasse a si, tais investimentos.
- Isso fez com que o parque tecnológico da SIX se tornasse o maior da América Latina e um dos maiores do mundo em plantas-piloto.





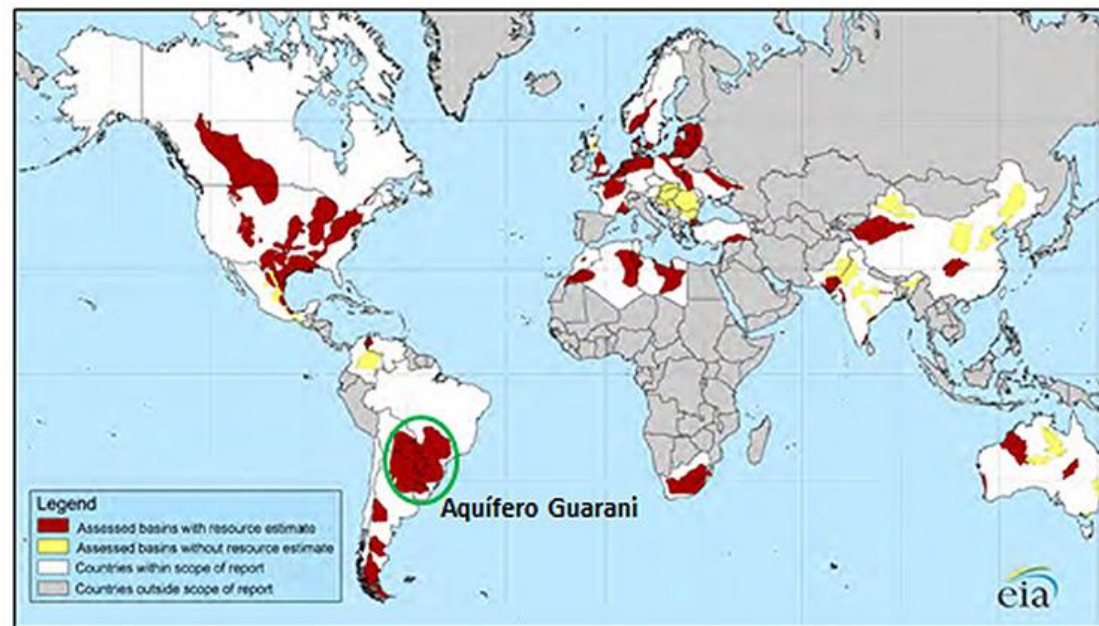
História

- O xisto é utilizado desde a pré-história, pois pode ser queimado mesmo sem qualquer tipo de processamento.
 - A primeira extração de óleo de xisto é datada de 1684, na Inglaterra.
 - A mineração moderna do xisto teve início no século XIX na França, sendo sucedida por Escócia, Alemanha e diversos outros países europeus.
- 

- 
- 
- O óleo de xisto no século XIX foi focado na produção de querosene e parafina. Esses foram fundamentais para suprir a crescente demanda de luz durante a Revolução Industrial. Também teve início a produção de óleo combustível, graxa e óleo lubrificante.
 - A indústria europeia de xisto betuminoso expandiu imediatamente antes da Primeira Guerra Mundial devido ao acesso limitado à recursos convencionais de petróleo e à produção em massa de automóveis e caminhões, que levou a um aumento no consumo de gasolina.

Reservas

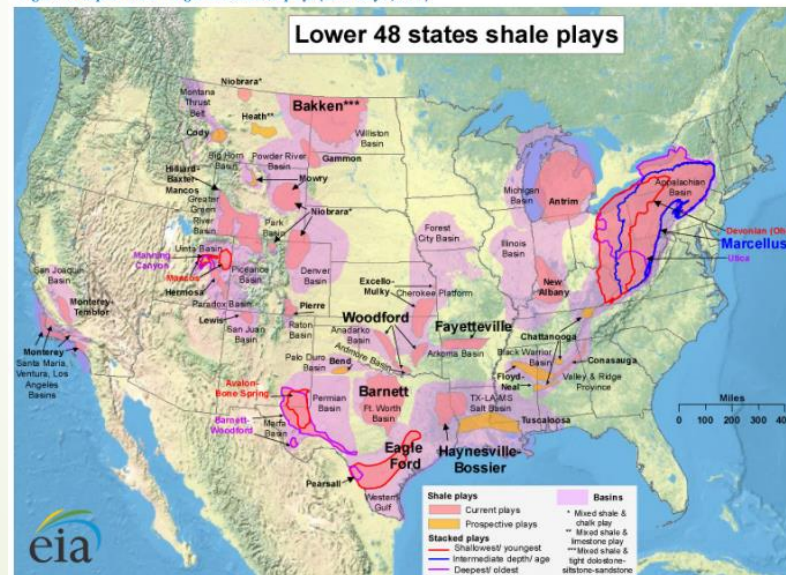
Ocorrências de Xisto Betuminoso



Núcleo dos Petroleiros/Aracaju

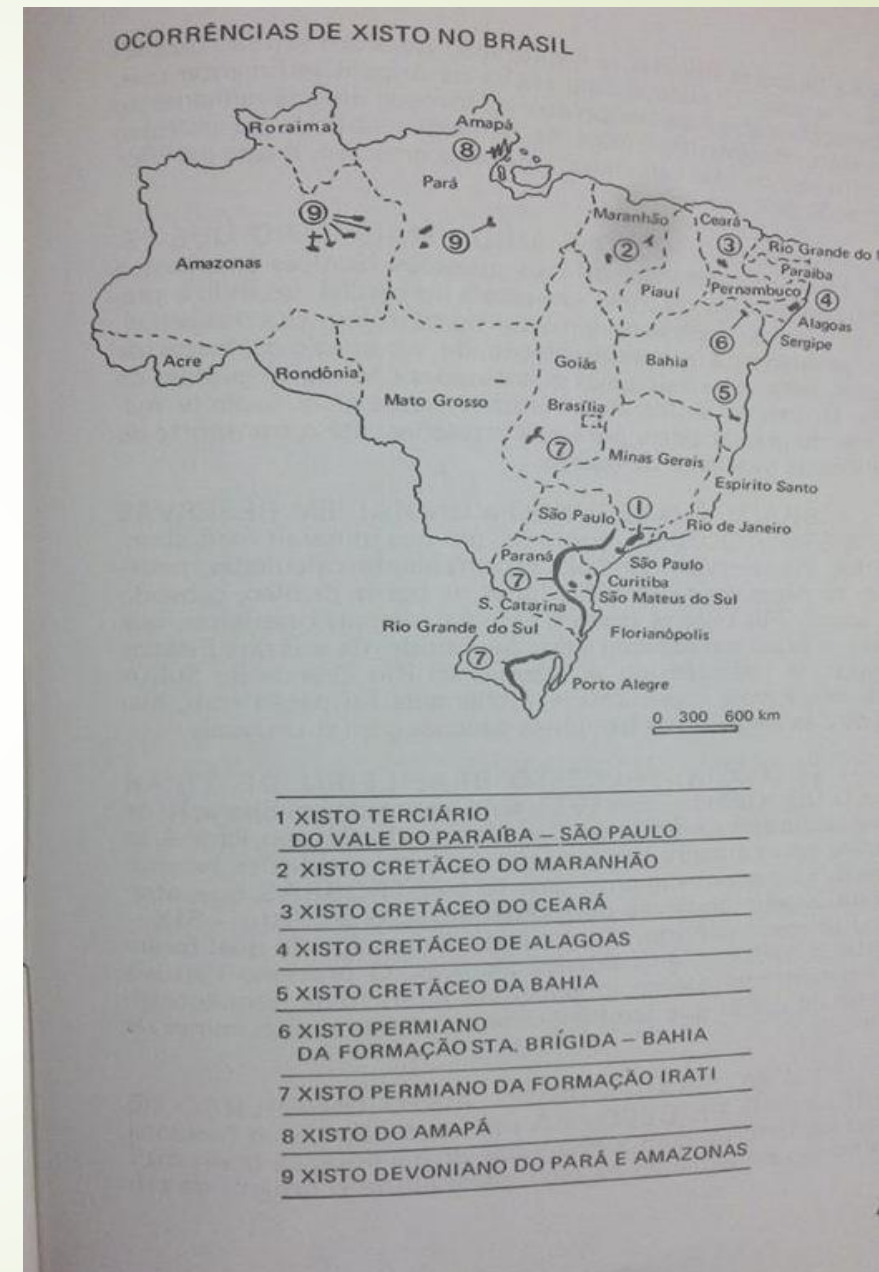
- Atualmente, as maiores reservas estão nos Estados Unidos que corresponde a 62% das reservas mundiais (principalmente na região do Rio Green, oeste do país), e é seguido pelo Brasil, Estônia, China e Rússia.

Figure 1. Map of U.S. shale gas and shale oil plays (as of May 9, 2011)



Source U.S. Energy Information Administration based on data from various published studies.
Update: May 9, 2011

- O Brasil possui um dos maiores volumes mundial de xisto, contém em seu território reservas de 1,9 bilhão de barris de óleo.



- 
- Há uma elevada quantidade de “depósitos” de xisto betuminoso, porém muito são encontrados profundos demais para as tecnologias existentes, fazendo com que só alguns deles sejam considerados “reservas” de xisto, ou seja, depósitos com extração comercial.
 - De acordo com o 2010 World Energy Outlook, feito pela Agência Internacional de Energia, os recursos mundiais de xisto betuminoso podem equivaler a mais de 5 trilhões de barris ($790 \times 10^9 \text{ m}^3$), sendo que mais de 1 trilhão de barris ($160 \times 10^9 \text{ m}^3$) podem ser recuperados.

Obs: Para efeitos de comparação, a quantidade de reservas de petróleo comprovadas no mundo são estimadas em 1,317 trilhões de barris ($209,4 \times 10^9 \text{ m}^3$), em 1º de Janeiro de 2007.

Geologia

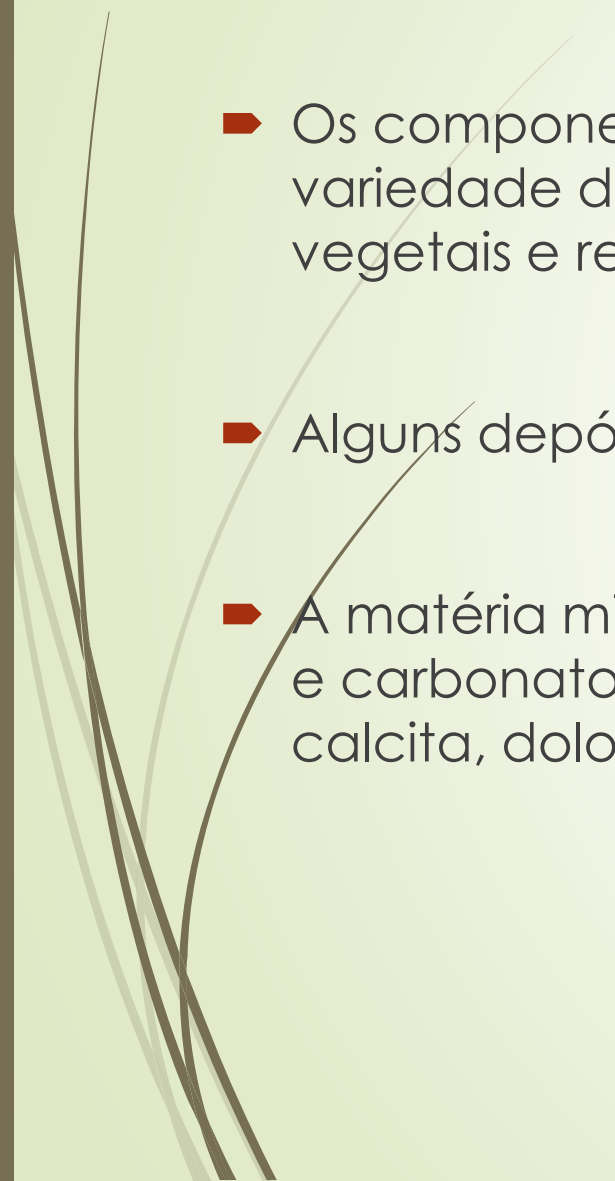
- O xisto não tem uma definição geológica definida nem uma fórmula química específica, sendo que nem sempre suas juntas têm limites bem definidos. Os xistos betuminosos variam consideravelmente em seu conteúdo mineral, composição química, idade, tipo de querogênio e história deposicional.
- O óleo de xisto é um hidrocarboneto derivado do querogênio (sólida mistura formada a partir dos lipídeos, proteínas e carboidratos dos seres vivos) que também origina o petróleo.



O xisto pode ser classificado:

- Com base na sua composição: xistos ricos em carbonato, xistos siliciosos ou xistos sapropélicos;
- Quanto aos tipos de querogênio: dependendo do teor de hidrogênio, carbono e oxigênio no material orgânico do xisto;
- Baseado no ambiente inicial do depósito de biomassa: xisto terrestre, lacustre ou marinho.



- 
- 
- Os componentes orgânicos do xisto betuminoso são derivados de uma variedade de organismos, tais como restos de alga, esporos, pólen, cutículas vegetais e restos celulares de plantas aquáticas e terrestres.
 - Alguns depósitos contém quantidades significativas de fósseis.
 - A matéria mineral no xisto betuminoso inclui vários silicatos de grão fino e carbonatos. A matriz inorgânica pode conter quartzos, feldspatos, argilas, calcita, dolomita, pirita, entre outras.

Indústria

- A indústria do óleo de xisto se refere à extração e uso do xisto betuminoso, ao refino para a obtenção do óleo e o uso do óleo obtido.
- Os principais usos do óleo de xisto na indústria são produção de refinados, geração de energia a partir de termoelétricas e produção de asfalto e cimento.



- Os principais países com indústria pertinente são Brasil, China e Estônia.
- Destaque para a Estônia, que tem sua matriz energética 95% dependente de termoeletricas especializadas na queima do óleo.



Indústrias termoeletricas Narva:
maiores o mundo em geração de
energia usando óleo de xisto

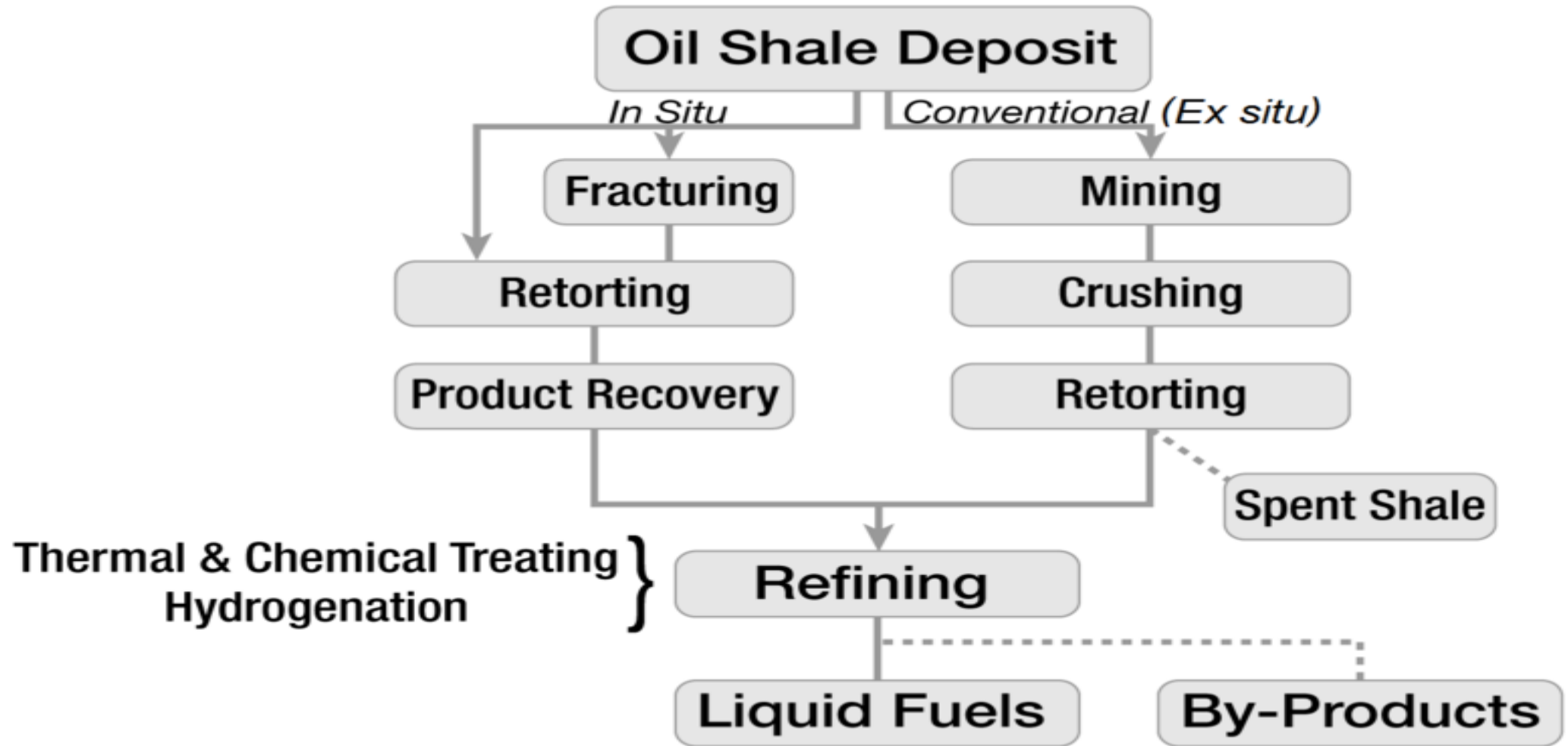
- O Brasil tem suas indústrias especializadas na produção do óleo e refino geral.
- A China tem sua indústria como consequência natural da grande produção do óleo, tendo ramos em todas as áreas.



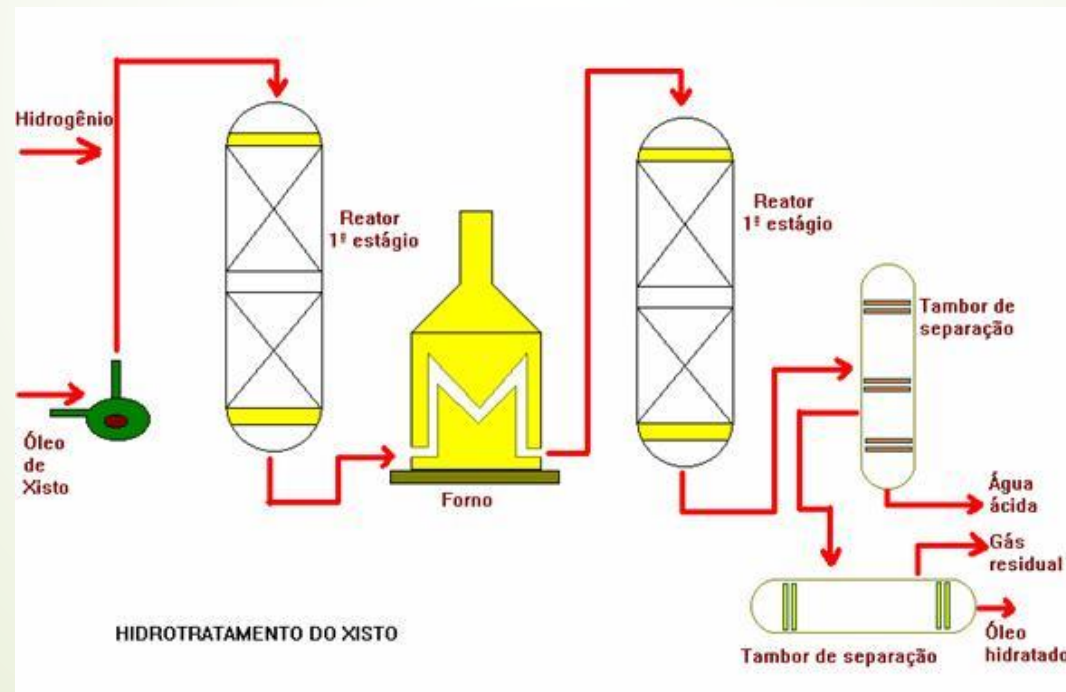
Extração e processamento

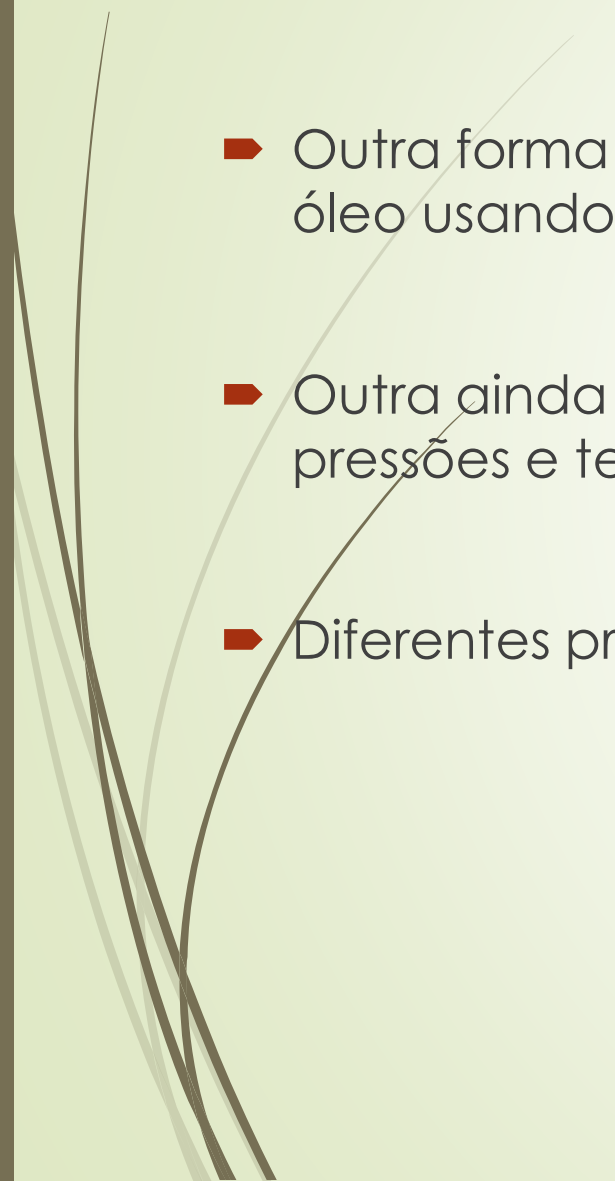
Há duas formas principais de extração do óleo:

- Ex-situ: O xisto é extraído e transportado ao local onde será convertido à óleo
- In-situ: O xisto é convertido ainda em depósito, e o óleo formado sobe então por um poço, como petróleo



- Para sua extração, a rocha deve ser escavada, moída e submetida a pirólise (decomposição de matéria orgânica em elevadas temperaturas e com baixos teores de oxigênio). Após a extração, o óleo deve ser refinado.



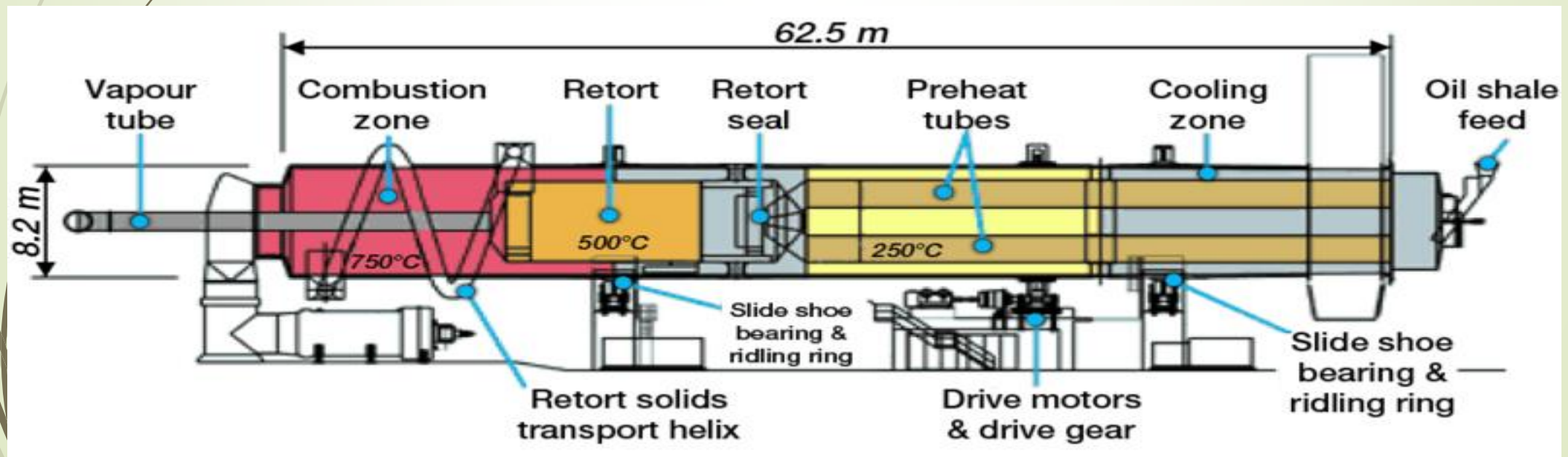
- 
- 
- Outra forma de processamento é a hidrogenação, que consiste em extrair o óleo usando solventes e/ou doadores de H.
 - Outra ainda é a dissolução térmica, onde solventes são aplicados em altas pressões e temperaturas.
 - Diferentes processos geram óleo com diferentes propriedades.



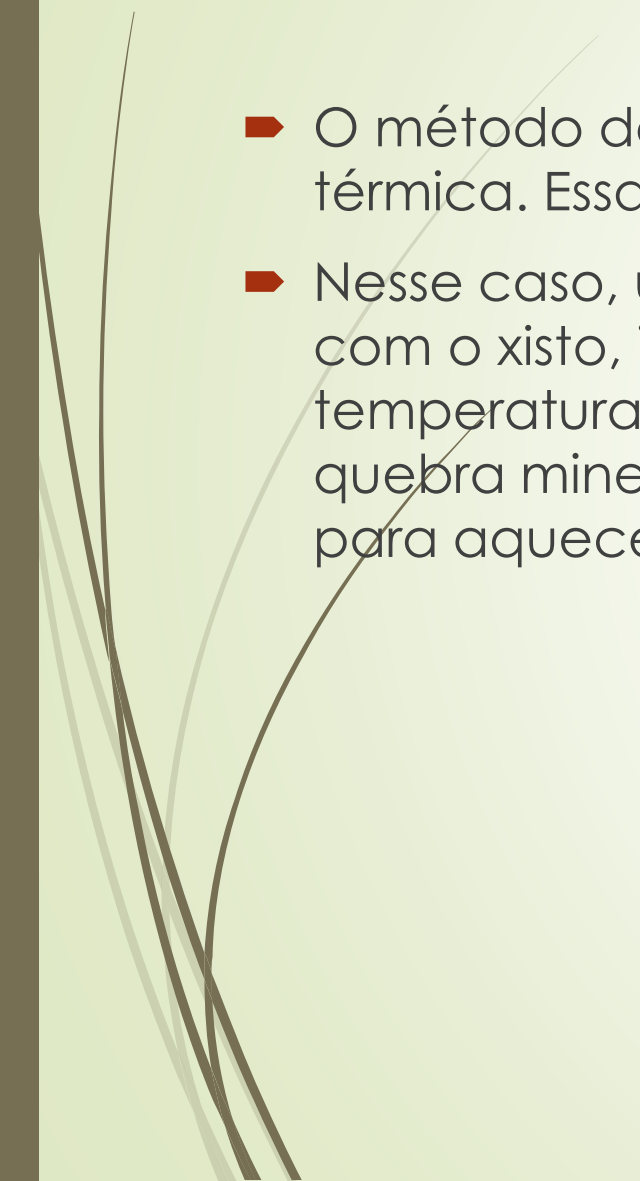
Sub-modos ex-situ

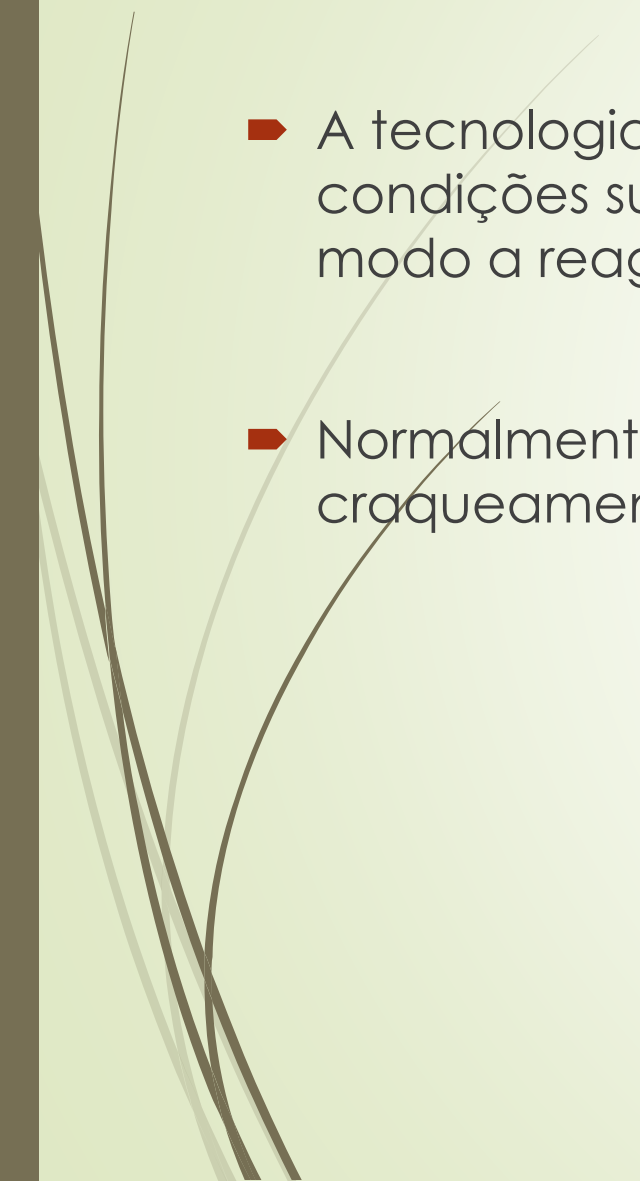
- O método da combustão simples utiliza um forno vertical, onde altas temperaturas são alcançadas (500°C - 900°C), o gás resultante da pirólise sobe e é separado em uma câmara. A parte que condensa é retirada e a parte que não condensa volta ao forno.

- O método dos sólidos reciclados consiste em alimentar o composto de xisto em uma máquina que tritura as partículas até 10 milímetros de diâmetro. Elas então são colocadas em um forno para aquecimento, e permanecem lá, sendo recicladas a cada nova alimentação.



- 
- 
- O método de condução térmica é simplesmente a utilização de um espaço confinado e partículas ultrafinas. A vantagem desse método é que o gás produto não é misturado com gás de combustão. Entretanto, esse método gasta maior energia, e tem menor capacidade de processamento.

- 
- 
- O método do gás quente é uma evolução do método da condução térmica. Essa tecnologia é de mais fácil controle do que as anteriores.
 - Nesse caso, um forno é utilizado, onde gás pré-aquecido entra em contato com o xisto, iniciando a pirólise. Há problemas no alcance de altas temperaturas (acima de 500°C), o que gera subsequentemente menor quebra mineral e geração de CO_2 , havendo maior gasto de combustível para aquecer o gás.

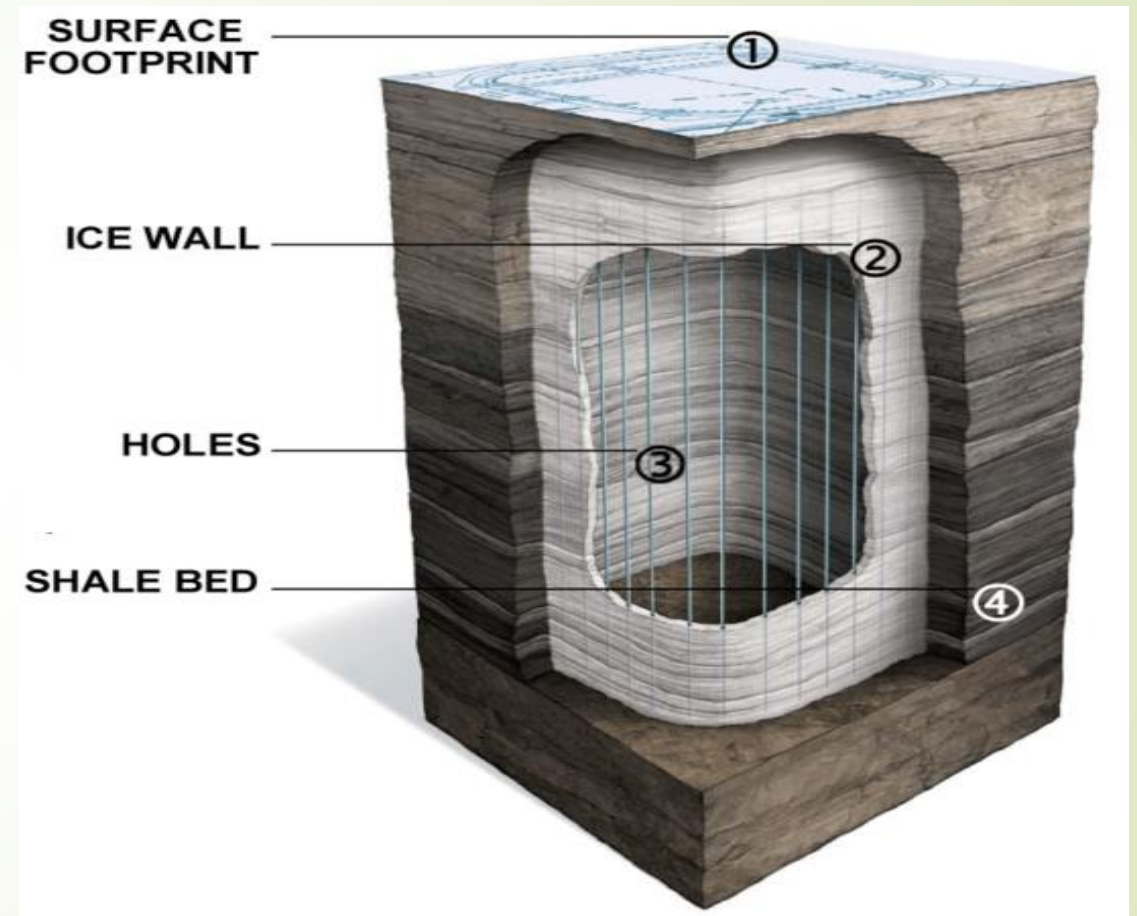
- 
- 
- A tecnologia de utilizar fluídos reativos consiste em submeter tais fluídos a condições supercríticas (altas temperaturas, pressões e concentrações) de modo a reagir com o xisto e extrair o querogênio.
 - Normalmente se utiliza H_2O e doadores de hidrogênio para provocar o craqueamento e a hidrogenação do composto.



Sub-modos In-situ

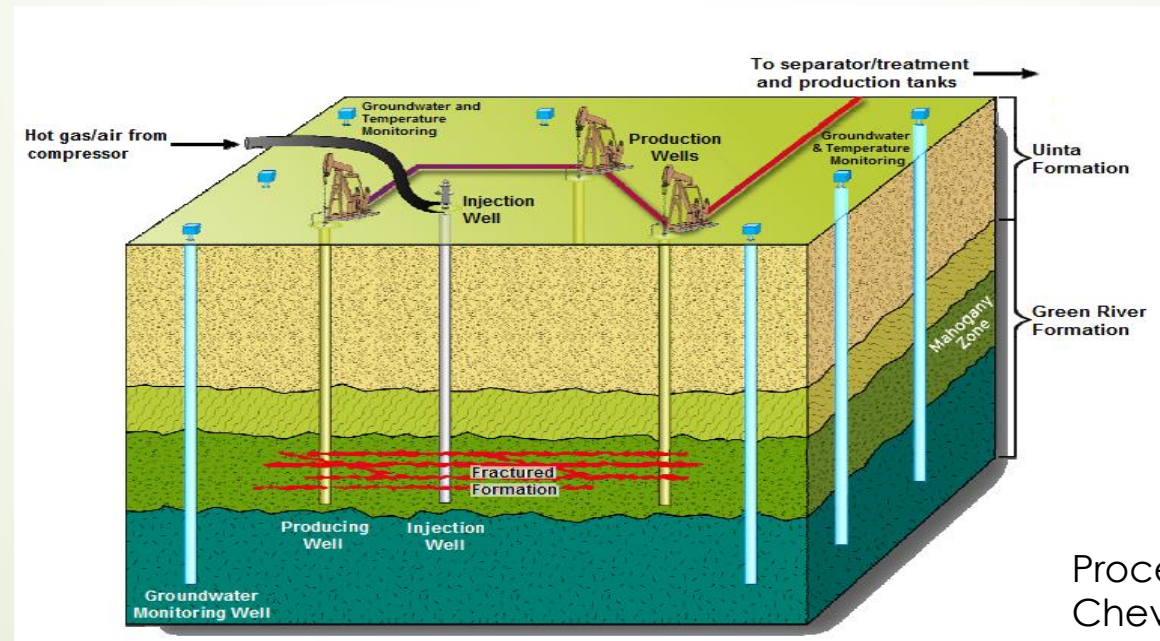
- O mais antigo método in-situ de processamento de xisto em óleo é o método de condução por parede. São perfurados vários poços, internos e externos ao reservatório. Nos internos são utilizados elementos de aquecimento térmico, nos externos um fluido ultra-frio circulante, gerando uma barreira de gelo que impede a contaminação do solo.

- Desse modo, o há pirólise no interior do reservatório, e o óleo não escapa do reservatório graças há barreira térmica gerada. Eventualmente, poços serão cavados e o óleo será extraído como o petróleo.

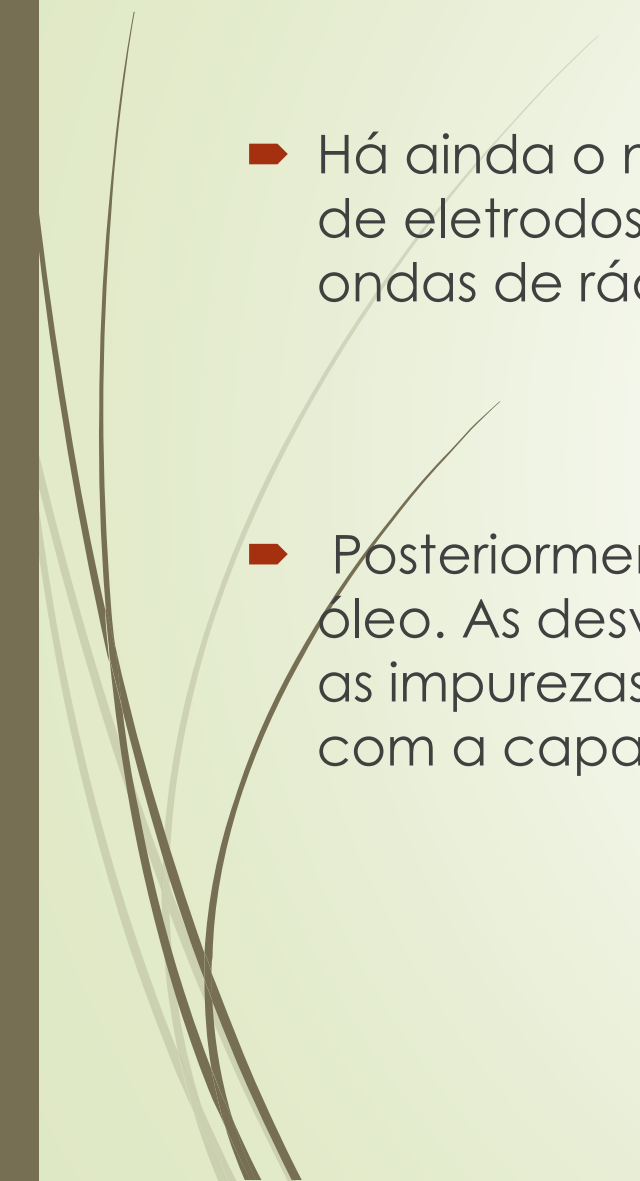


Demonstração do subterrâneo do processo.

- Há outro método, o método por circulação de gás, onde se injeta gás quente na formação através de poços de injeta, e se coleta o gás e o vapor em poços de produção. O gás circula na formação através de fraturas, aquecendo e promovendo a pirólise, e depois carregando os produtos.



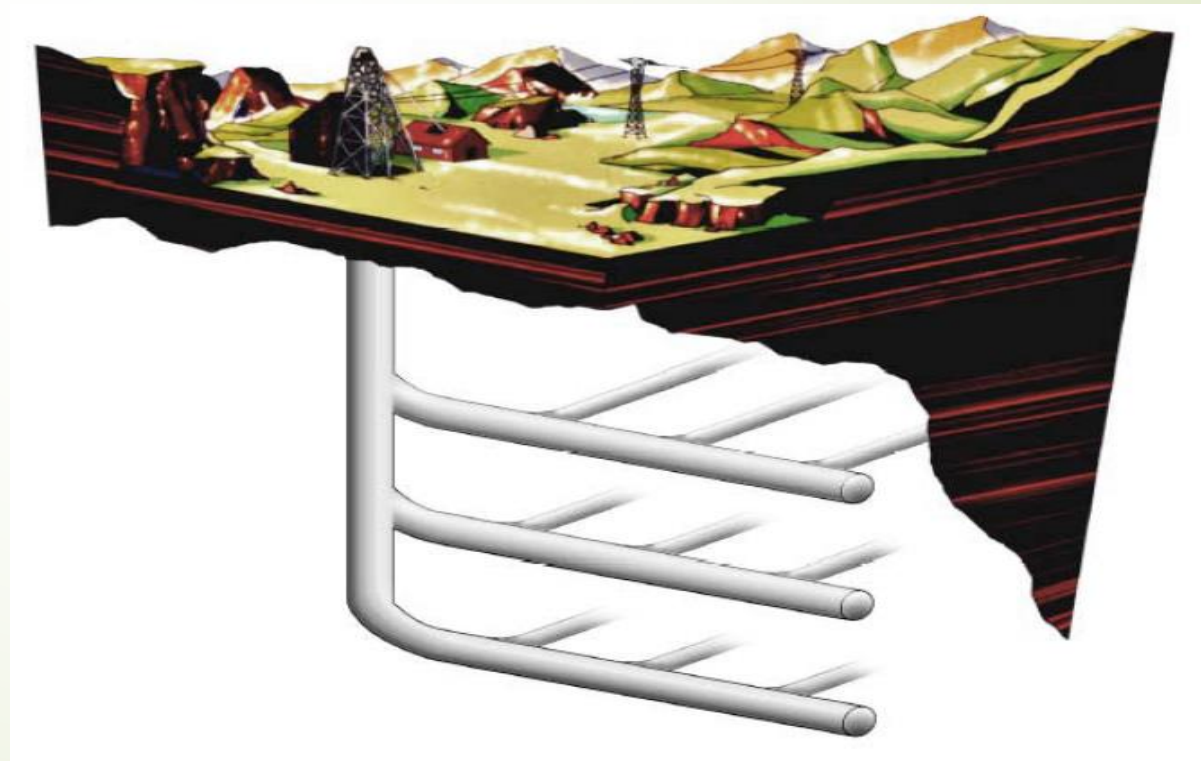
Processo conhecido no mercado como Chevron CRUSH

- 
- 
- Há ainda o método através do aquecimento volumétrico. Grandes matrizes de eletrodos são implementadas na formação, e então micro-ondas e ondas de rádio são utilizadas pra aquecer a formação.
 - Posteriormente, poços de produção são cavados para retirar o vapor e óleo. As desvantagens consistem no grande gasto de energia, e no fato que as impurezas no local absorvem parte da energia. Há também problemas com a capacidade de perfuração das ondas na formação.

- A empresa Eletro-Petroleum melhorou esse método ao aplicar um composto condutor antes de aplicar as ondas, transformando esse composto em um agente térmico.

Composto industrial de extração com uso de rádio-ondas, desenho em esquema.

Observar a simplicidade do composto, em relação à estrutura subterânea.





Produtos e aplicações

- A principal aplicação do óleo é como combustível. Sua concentração de compostos com alto ponto de ebulição o torna ideal para a produção de querosene, combustível de jato e diesel.
- Ainda, pode-se encontrar o óleo sendo usado na indústria química, como resinas, solventes e intermediários. Esse uso, no entanto, é muito pouco comum atualmente.

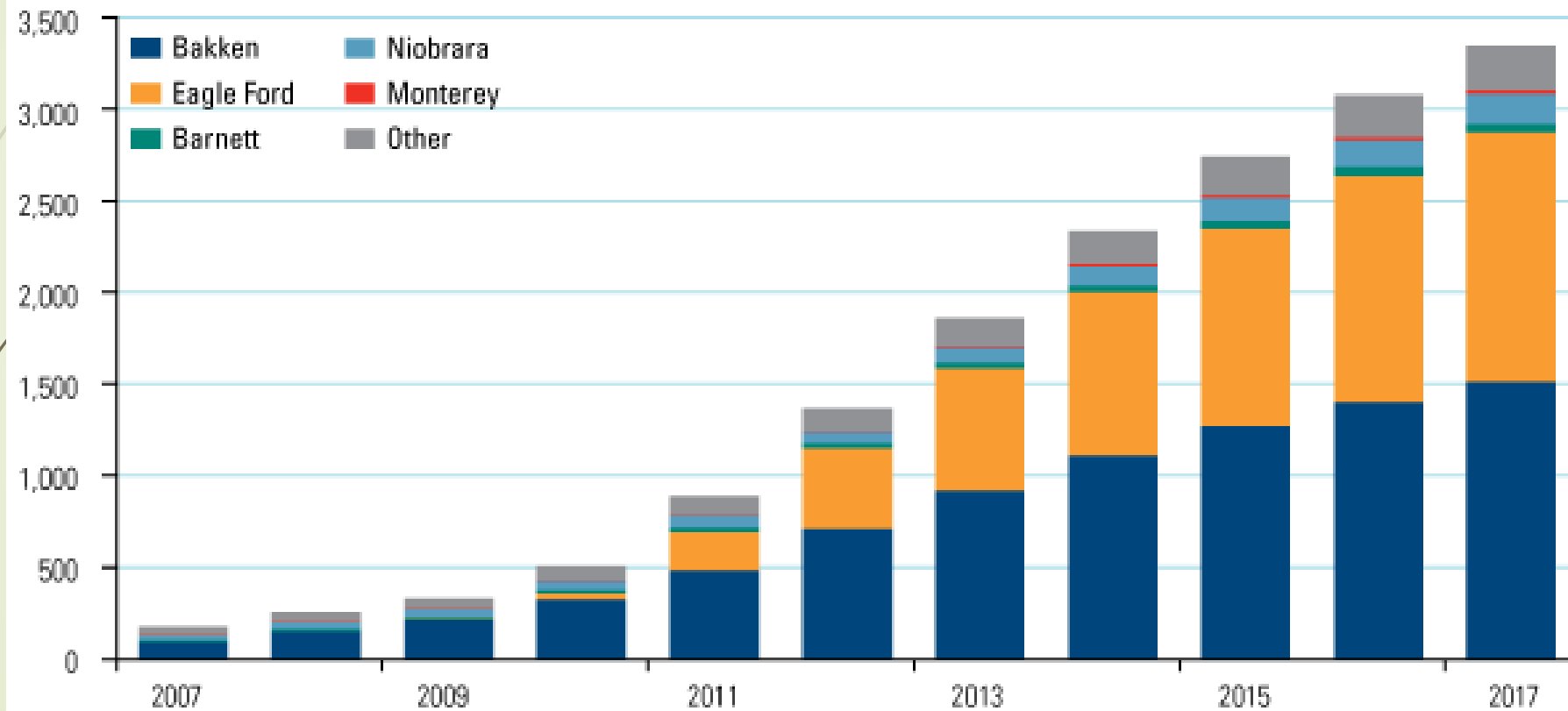


Economia

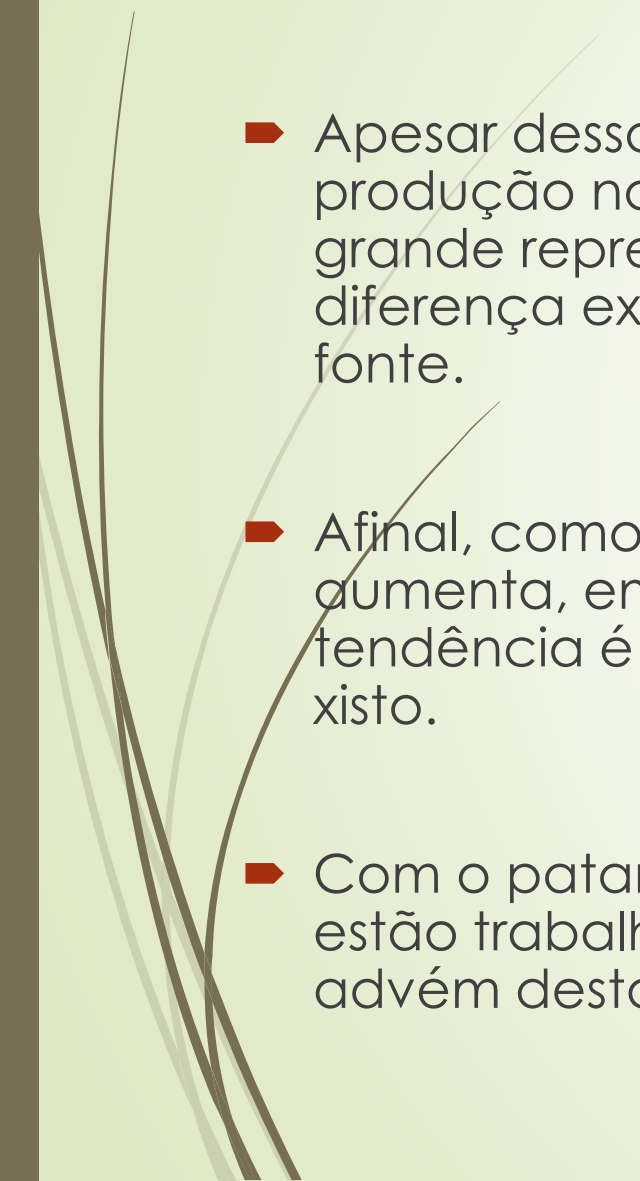
- Hoje, a Petrobras tem tecnologia no assunto e já extrai, através de sua Superintendência de Industrialização de Xisto (SIX), cerca de 320 toneladas de xisto por hora, e a partir dele produz 3.800 barris/dia, 75 toneladas de enxofre, 45 toneladas de gás liquefeito de petróleo (GLP) e 110 toneladas de gás de refinaria, para uso industrial.

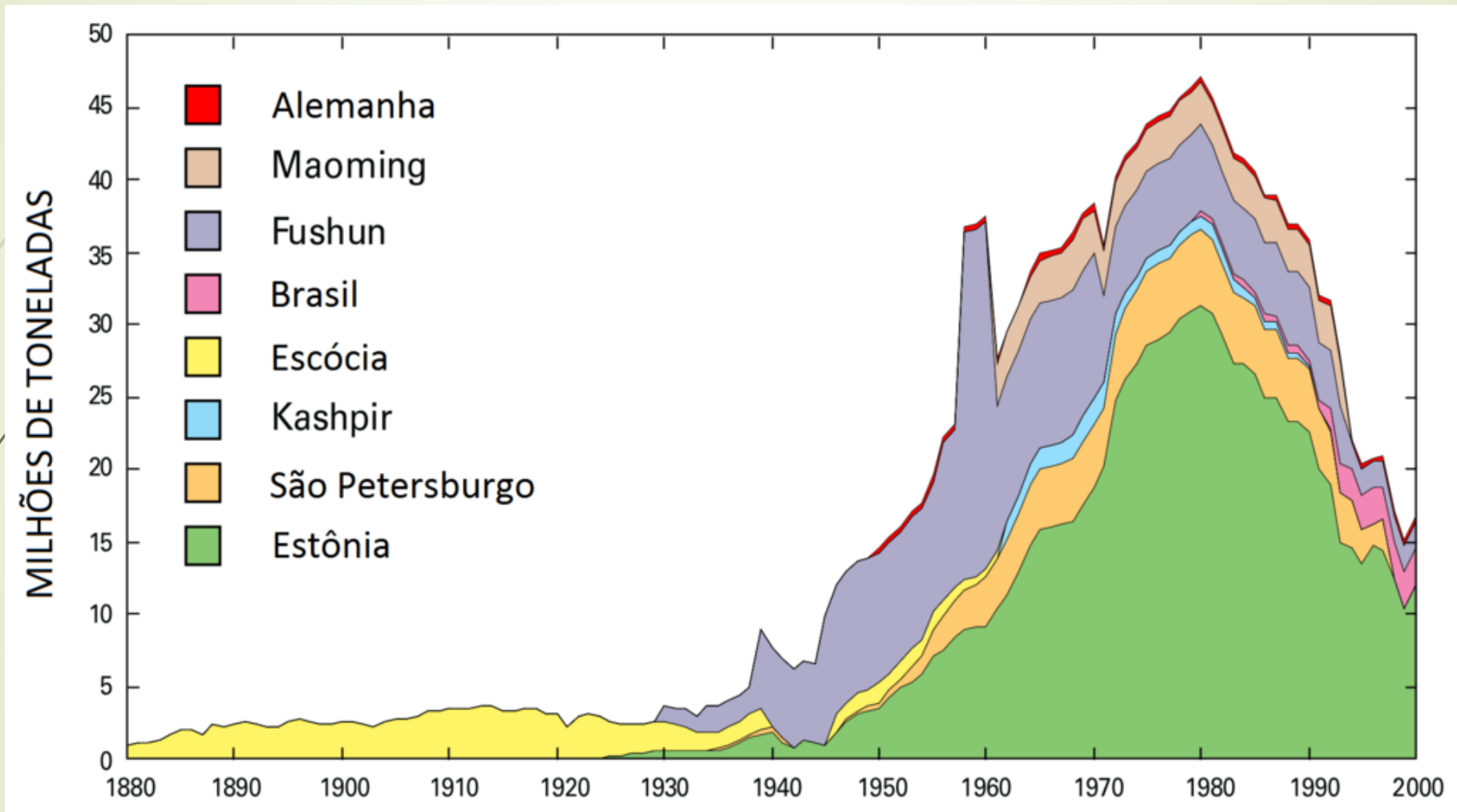
U.S. Shale Oil Production Growing

Thousand barrels per day



Source: Woodmac, IEA, EIA, Reuters, company reports, BofA Merrill Lynch Global Commodities Research

- 
- 
- Apesar dessa versatilidade, comparado ao petróleo, que tem atual produção nacional de 1,9 milhão de barris/dia, o Xisto ainda não têm grande representatividade no mercado. Contudo, é justamente essa diferença exorbitante que financia o desenvolvimento gradativo da nova fonte.
 - Afinal, como o petróleo está chegando ao seu limite e o consumo só aumenta, em 30 ou 35 anos a produção deverá começar a cair e a tendência é de que ocorra uma substituição natural de insumos, como o xisto.
 - Com o patamar que alcançou hoje, todos os países que possuem reservas estão trabalhando em prol do xisto, mesmo com as questões ambientais que advém desta produção no tocante à emissão de gases.



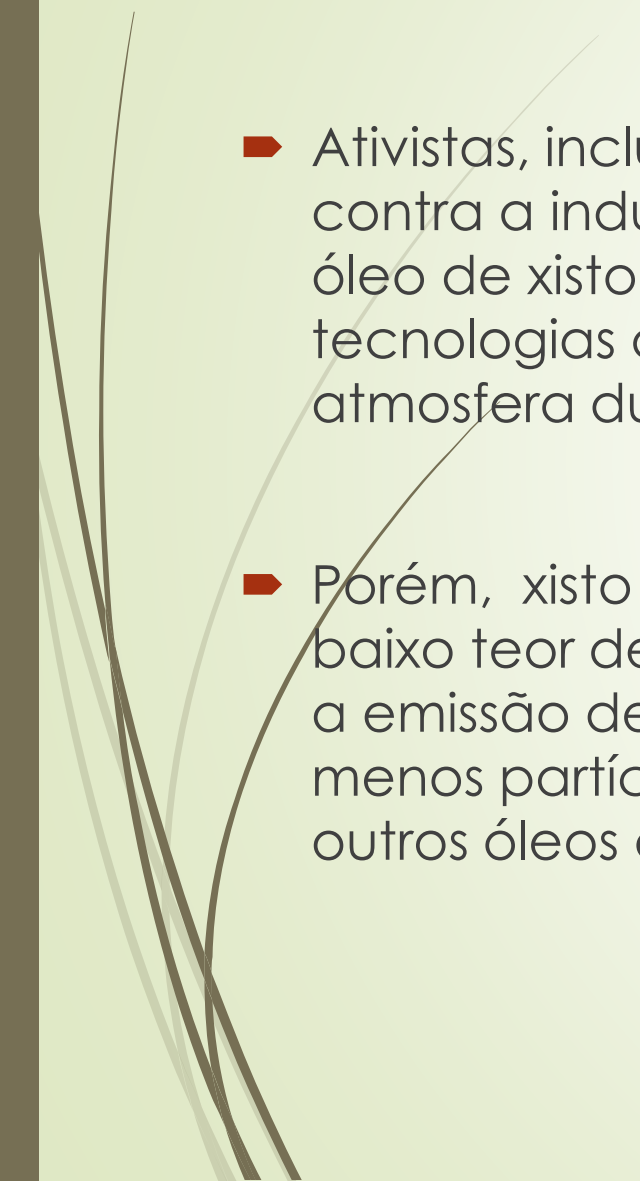
Meio ambiente

- A extração do óleo de xisto envolve inúmeros problemas ambientais, como a introdução de metais (como o mercúrio) no ambiente, o aumento dos índices de erosão no solo, emissão de gases poluentes, entre outros.
- Para se ter ideia, no início dos anos 2000, 97% da poluição do ar e 23% da água na Estônia eram provenientes da indústria energética, que usa o óleo de xisto como principal recurso. Outra preocupação na indústria do xisto é o gasto de água. Na Estônia, 91% do consumo de água do país é para abastecer a indústria de energia.



- A combustão do óleo de xisto emite níveis consideráveis de gás carbônico na atmosfera, o que é prejudicial para o efeito estufa. Ambientalistas são contra a produção de óleo de xisto pois afirmam que o mesmo libera mais gás carbônico na atmosfera que outros combustíveis fósseis.



- 
- 
- Ativistas, incluindo os do Greenpeace já organizaram diversos protestos contra a indústria do óleo de xisto. Após alguns deles, a QER (extratora de óleo de xisto australiana) investiu grandes montantes de dinheiro em novas tecnologias de extração para reduzir os níveis de emissão de poluentes na atmosfera durante a cadeia de produção do xisto.
 - Porém, xisto também possui algumas vantagens ambientais, como seu baixo teor de enxofre (em relação a outros combustíveis fósseis) , que reduz a emissão de poluentes causadores de chuva ácida e a produção de menos partículas que produzem fumaça e fuligem por ser mais leve que os outros óleos derivados de petróleo.

Bibliografia

- <http://www.petrobras.com.br/pt/nossas-atividades/principais-operacoes/refinarias/unidade-de-industrializacao-do-xisto-six.htm>
- Moody, Richard (2007-04-20). Oil & Gas Shales, Definitions & Distribution In Time & Space. In The History of On-Shore Hydrocarbon Use in the UK (PDF). Geological Society of London. p. 1. Retrieved 2009-01-10.
- Luik, Hans (2009-06-08). "Alternative technologies for oil shale liquefaction and upgrading" (PDF). International Oil Shale Symposium Tallinn University of Technology (Tallinn, Estonia). Retrieved 2009-06-09.
- http://en.wikipedia.org/wiki/Shale_oil

- http://pt.wikipedia.org/wiki/Xisto_betuminoso
- <http://oglobo.globo.com/blogs/wagner/posts/2008/08/12/o-xisto-o-petroleo-do-futuro-119551.asp>
- <http://guerraquimica.blogspot.com.br/2009/09/o-xisto-e-o-futuro.html>

