

Extração Seletiva de Metais

Tratamento de Rejeitos de Mineração

Desafios-chave para as mineradoras

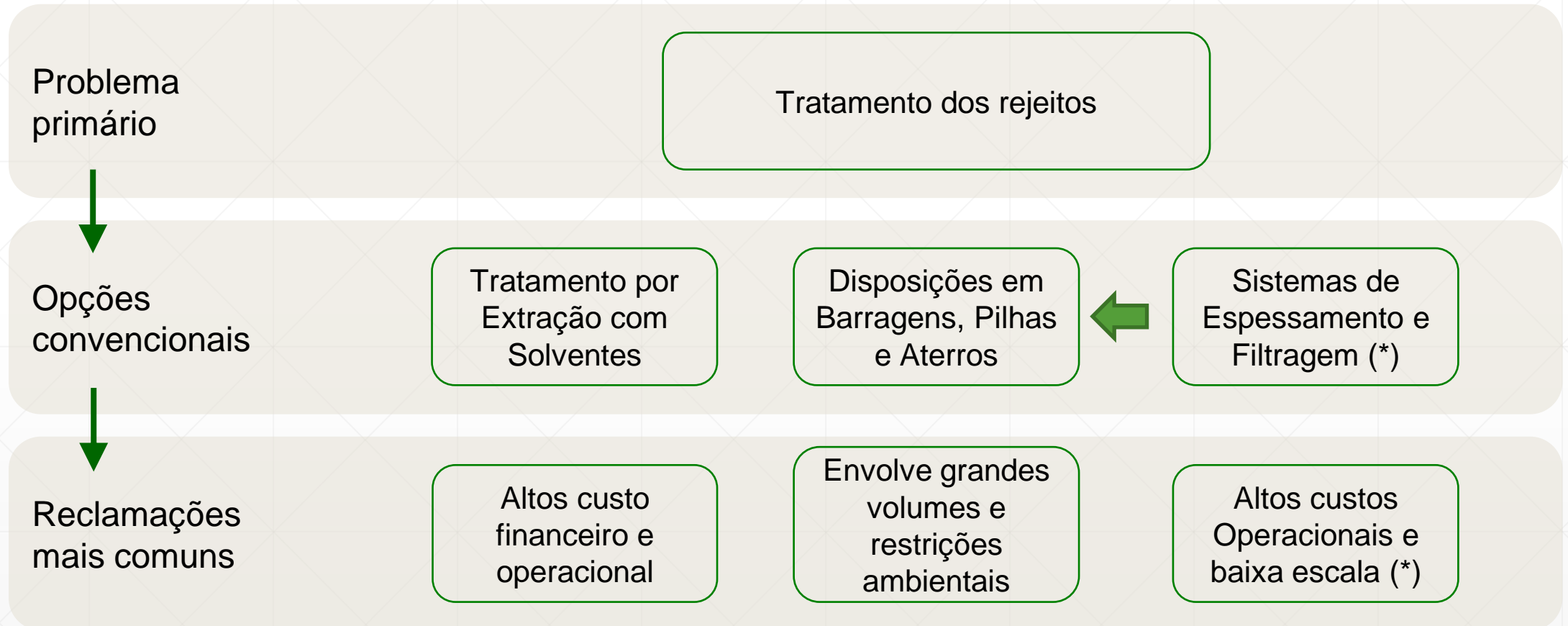
REJEITOS



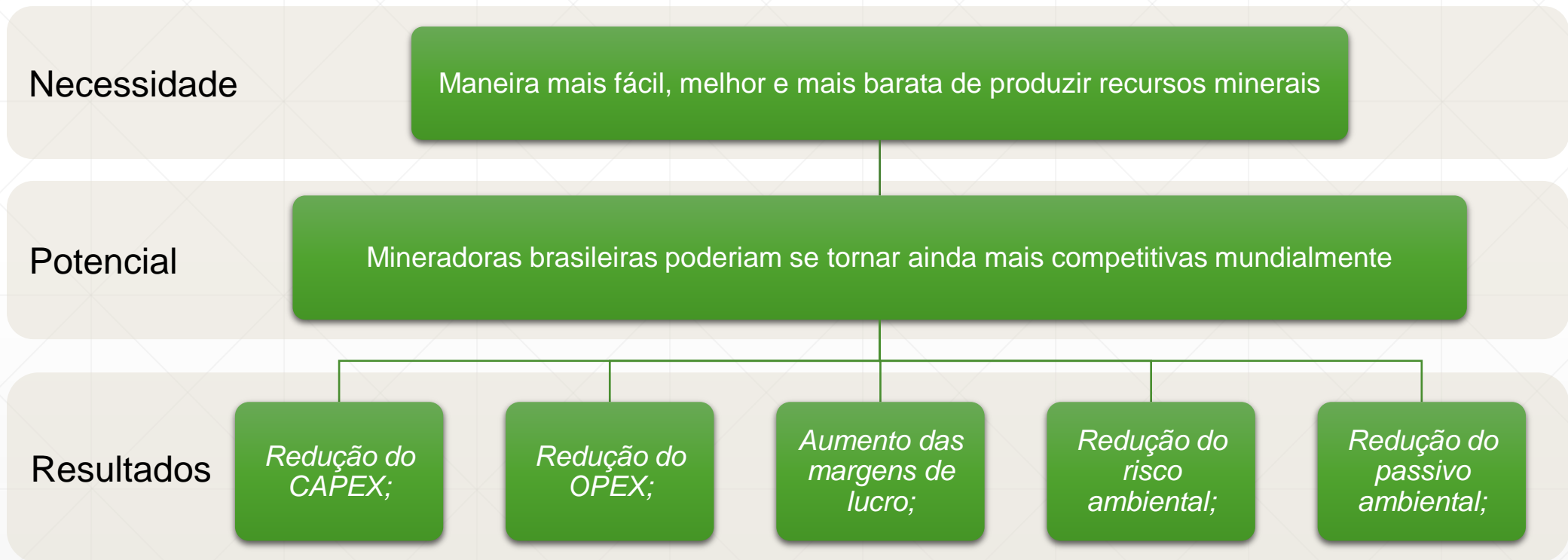
O principal problema enfrentado



O que as mineradoras fazem para enfrentá-lo



Novas tecnologias

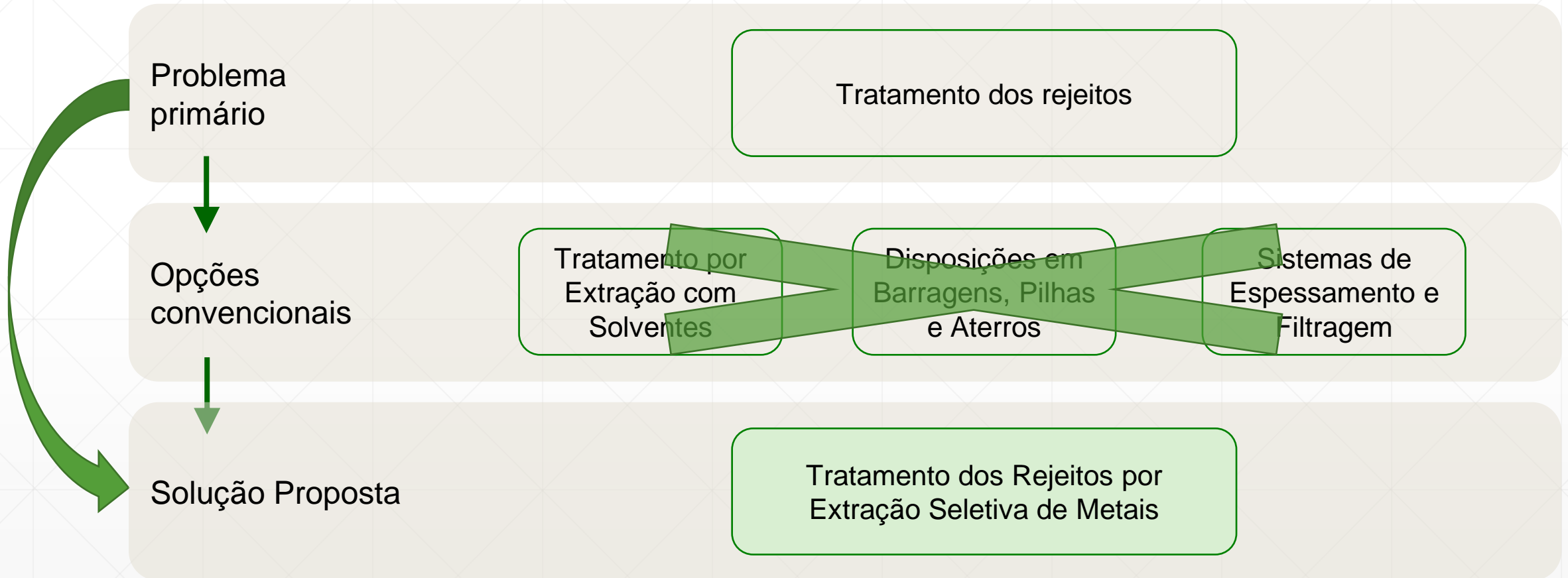




SELME™

Extração Seletiva de Metais de Rejeitos de Mineração

O que as mineradoras podem fazer



Tecnologia

- SELME™ é uma solução customizada de hidrometalurgia para extração seletiva de metais em rejeitos de mineração:
 - Retira metais pesados como Arsênio, Cádmio e Mercúrio;
 - Recicla metais valiosos como Ouro, Prata, Cobre, Zinco e Terras Raras

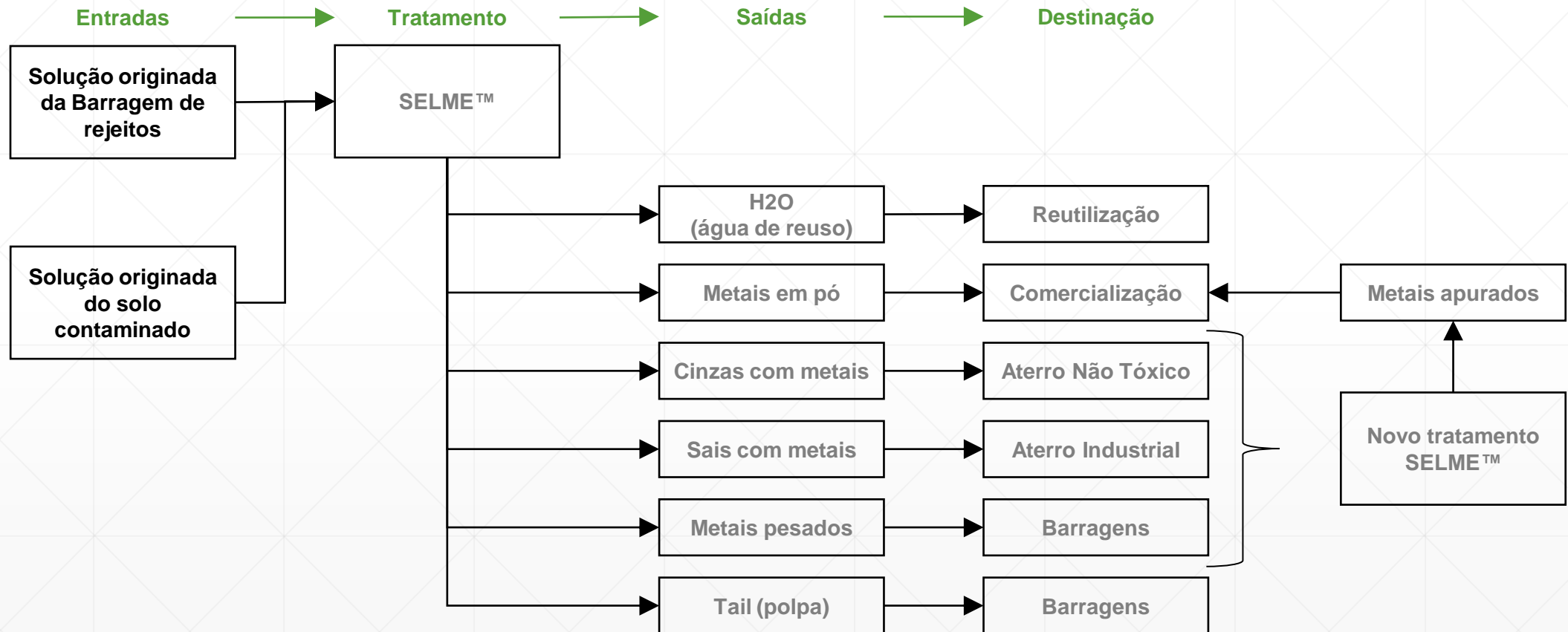
Rejeitos que são considerados um problema

.... são uma fonte potencial de recursos sustentáveis

.... contém materiais em abundância que podem ser extraídos a um custo que os torna competitivos em relação aos materiais virgens.

Metais economicamente viáveis, metais pesados, sais, cinzas e areia podem ser reutilizados, e deixam de ser depositados em aterros ou barragens

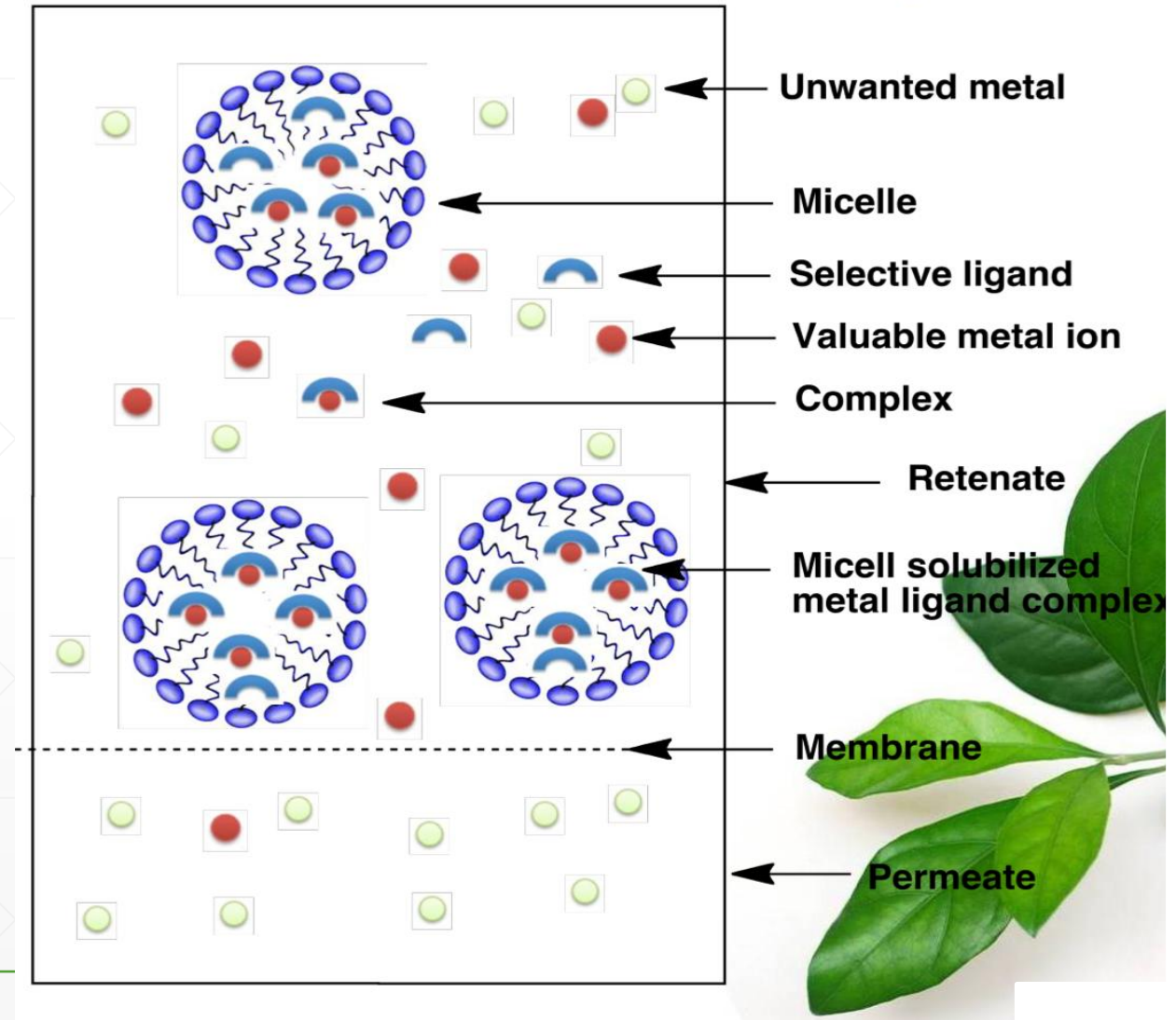
Visão geral



Visão técnica

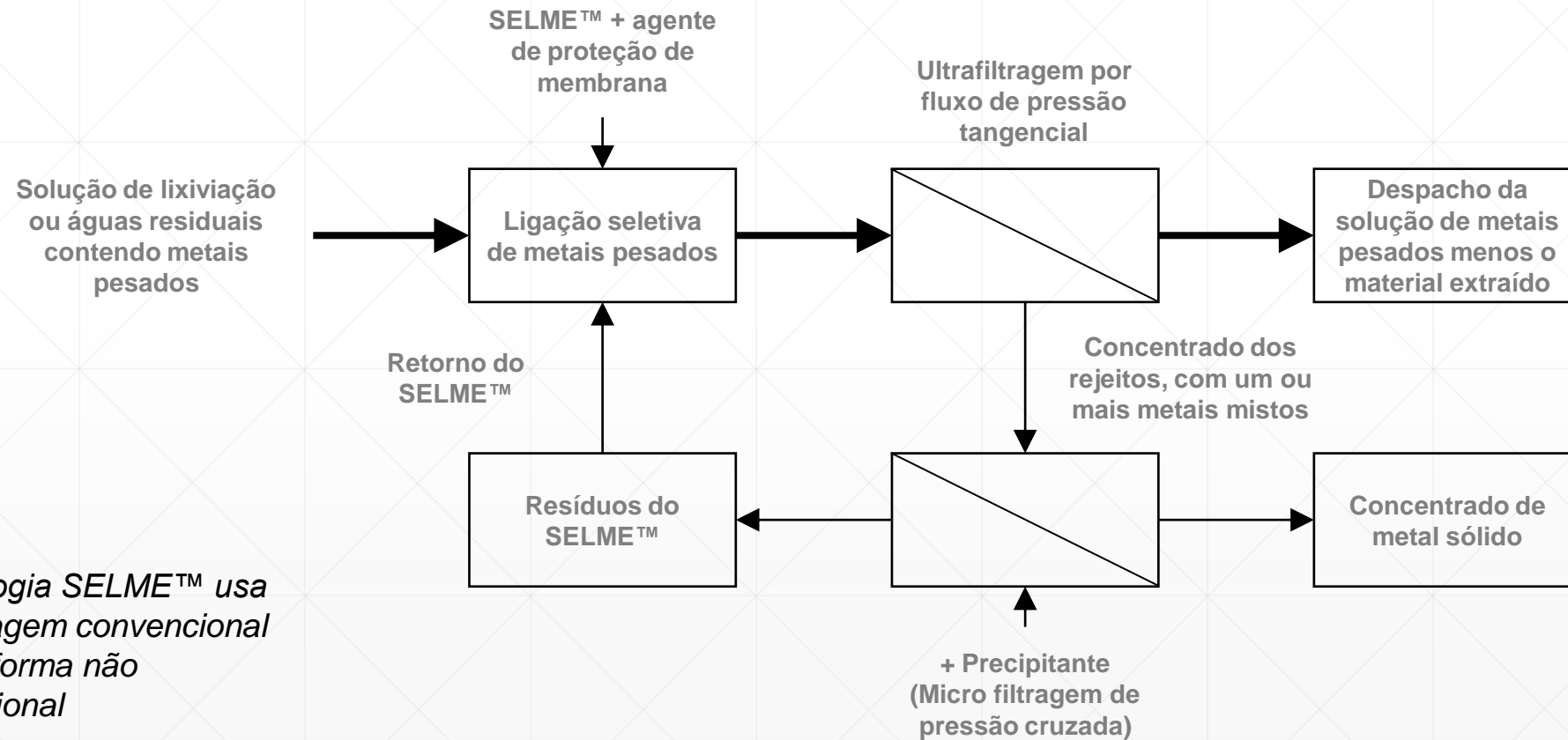
Como funciona a tecnologia SELME?

- *Encapsula metais de maneira seletiva utilizando química específica.*
- *Cria partículas maiores.*
- *Separa partículas maiores utilizando filtragem por membranas.*



Visão técnica

Diagrama de blocos: Mecanismo “Catch & release”



A tecnologia SELME™ usa Ultrafiltração convencional de uma forma não convencional

Aplicabilidade SELME™

1 1 H hidrogênio 1,008	2 2 He hélio 4,0026											13 5 B boro 10,81	14 6 C carbono 12,011	15 7 N nitrogênio 14,007	16 8 O oxigênio 15,999	17 9 F flúor 18,998	18 10 Ne neônio 20,180												
3 3 Li lítio 6,94	4 4 Be berílio 9,0122											13 13 Al alumínio 26,982	14 14 Si silício 28,085	15 15 P fósforo 30,974	16 16 S enxofre 32,06	17 17 Cl cloro 35,45	18 18 Ar argônio 39,948												
11 11 Na sódio 22,990	12 12 Mg magnésio 24,305	3 21 Sc escândio 44,956	4 22 Ti titânio 47,867	5 23 V vanádio 50,942	6 24 Cr cromio 51,996	7 25 Mn manganês 54,938	8 26 Fe ferro 55,845(2)	9 27 Co cobalto 58,933	10 28 Ni níquel 58,693	11 29 Cu cobre 63,546(3)	12 30 Zn zinco 65,38(2)	31 31 Ga gálio 69,723	32 32 Ge germânio 72,630(8)	33 33 As arsênio 74,922	34 34 Se selênio 78,971(8)	35 35 Br bromo 79,904	36 36 Kr criptônio 83,798(2)												
19 19 K potássio 39,098	20 20 Ca cálcio 40,078(4)	37 37 Rb rubídio 85,468	38 38 Sr estrôncio 87,62	39 39 Y itrio 88,906	40 40 Zr zircônio 91,224(2)	41 41 Nb nióbio 92,906	42 42 Mo molibdênio 95,95	43 43 Tc tecnécio [98]	44 44 Ru rutênio 101,07(2)	45 45 Rh ródio 102,91	46 46 Pd paládio 106,42	47 47 Ag prata 107,87	48 48 Cd cádmio 112,41	49 49 In índio 114,82	50 50 Sn estanho 118,71	51 51 Sb antimônio 121,76	52 52 Te telúrio 127,60(3)	53 53 I iodo 126,90	54 54 Xe xenônio 131,29										
55 55 Cs césio 132,91	56 56 Ba bário 137,33	57 a 71 72 Hf háfnio 178,49(2)	73 73 Ta tântalo 180,95	74 74 W tungstênio 183,84	75 75 Re rênio 186,21	76 76 Os ósmio 190,23(3)	77 77 Ir irídio 192,22	78 78 Pt platina 195,08	79 79 Au ouro 196,97	80 80 Hg mercúrio 200,59	81 81 Tl tálio 204,38	82 82 Pb chumbo 207,2	83 83 Bi bismuto 208,98	84 84 Po polônio [209]	85 85 At astato [210]	86 86 Rn radônio [222]	87 87 Fr frâncio [223]	88 88 Ra rádio [226]											
89 a 103 104 Rf rutherfordório [267]	105 105 Db dúbnio [268]	106 106 Sg seabórgio [269]	107 107 Bh bóhrio [270]	108 108 Hs hássio [269]	109 109 Mt meitnério [278]	110 110 Ds darmstádio [281]	111 111 Rg roentgênio [281]	112 112 Cn copernício [285]	113 113 Nh nihônio [286]	114 114 Fl fleróvio [289]	115 115 Mc moscóvio [288]	116 116 Lv livermório [293]	117 117 Ts tenessino [294]	118 118 Og oganesônio [294]	57 57 La lantânio 138,91	58 58 Ce cério 140,12	59 59 Pr praseodímio 140,91	60 60 Nd neodímio 144,24	61 61 Pm promécio [145]	62 62 Sm samário 150,36(2)	63 63 Eu europóio 151,96	64 64 Gd gadolínio 157,25(3)	65 65 Tb térbio 158,93	66 66 Dy disprósio 162,50	67 67 Ho hólmio 164,93	68 68 Er érbio 167,26	69 69 Tm túlio 168,93	70 70 Yb itérbio 173,05	71 71 Lu lutécio 174,97
89 89 Ac actínio [227]	90 90 Th tório 232,04	91 91 Pa protactínio 231,04	92 92 U urânio 238,03	93 93 Np netúnio [237]	94 94 Pu plutônio [244]	95 95 Am amerício [243]	96 96 Cm cúrio [247]	97 97 Bk berquéio [247]	98 98 Cf califórnio [251]	99 99 Es einstênio [252]	100 100 Fm fémio [257]	101 101 Md mendelévio [258]	102 102 No nobélio [259]	103 103 Lr laurêncio [262]															



Confirmada

Em andamento



SELME™

Atingindo padrões legais

Os exemplos abaixo são casos reais de clientes com redução significativa considerando apenas uma passagem no equipamento.

Substância	Amostra	1x SELME	Redução
Sb (Antimônio)	120 ppb	< 7 ppb	94,2%
As (Arsênio)	8 ppm →	< 20 ppb	99,8%
Cd (Cádmio)	18 ppm →	2 ppb	100,0%
Cu (Cobre)	5 ppm →	< 39 ppb	99,2%
Hg (Mercúrio)	50 ppt →	< 2 ppt	96,0%

Visão geral do equipamento

SELME™



Sistema totalmente customizável

- Flexível e escalável
- Pode ser usado para purificação de água ou metal
- Diferenciais únicos:
 - pH estável de 0,32 a 12
 - Altas concentrações de sal não afetam a seletividade de metal

Equipamento para planta-piloto

1-3 m³/h (testes pequena escala)



1-50 m³/h (testes grande escala)



O sistema é modular e pode ser facilmente construído para testes também em grande escala

Triagem e Diagnóstico

- Prazo: 3 a 4 meses (envio de amostra para o laboratório na Suécia)
- Indicação da viabilidade técnica e econômica

Planta-piloto – teste de 1 a 5 m³/dia

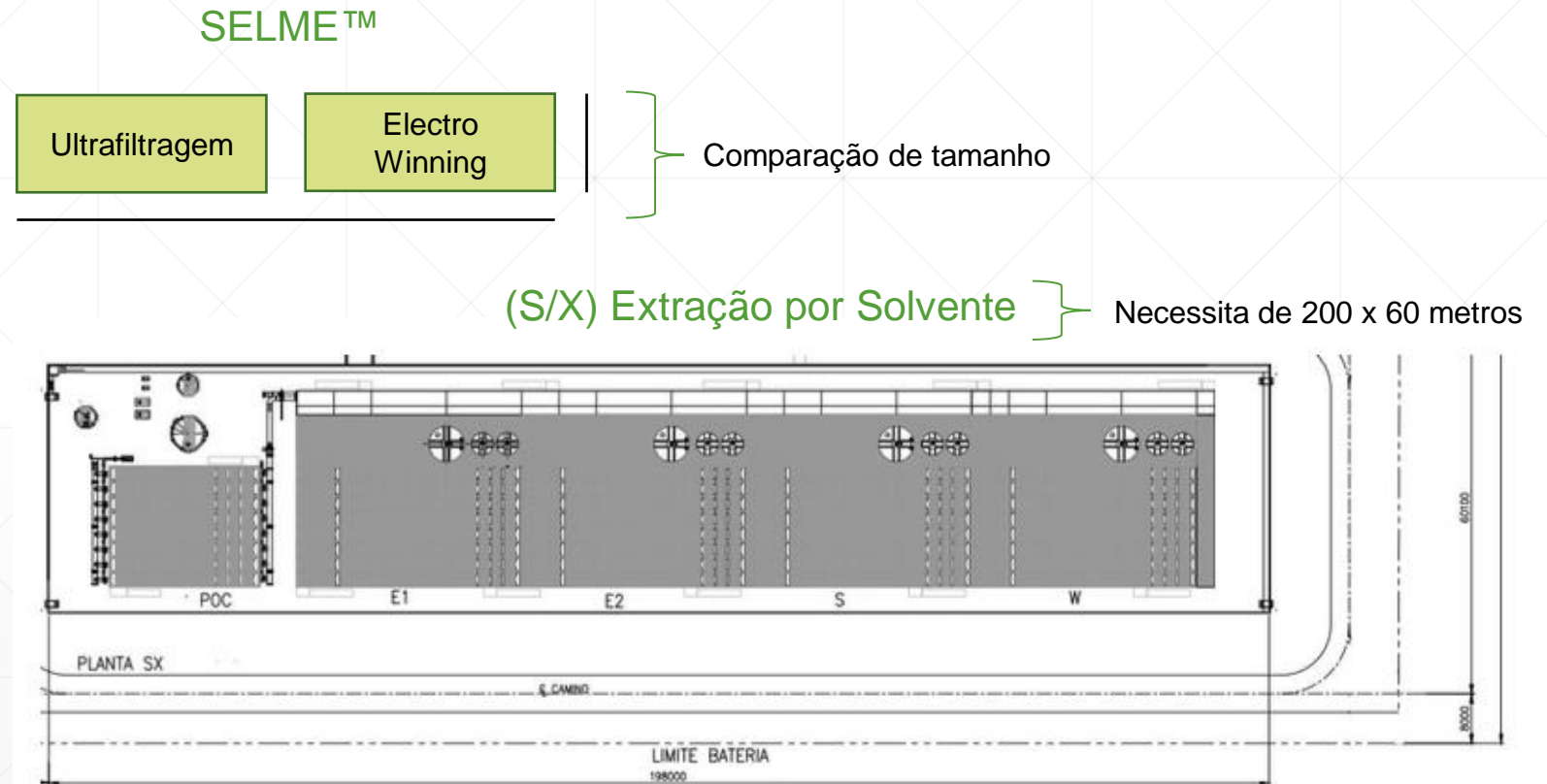
- Prazo: 5 a 7 meses (fabricação , instalação e testes)

Implantação

- Custo: a) USD/m³ ou USD/ton de material tratado, ou
b) Investimos de 30 a 80% por uma parcela do metal comercializável extraído
- Prazo: 8 a 12 meses para fabricação (média de equipamento para tratar 100m³/h)

Comparação: SELME™ vs S/X (Extração por Solvente)

- Investimento aproximadamente 50% menor
- Menor geração secundária de resíduos, podendo até ser eliminada
- Menor necessidade de espaço físico
- Sistema de Ultrafiltração mais eficiente



Comparação: Diferenças das tecnologias

SELME™

- Não requer terreno plano para implantação
- Plug-n-play (módulos construídos off-site)
- Várias linhas paralelas otimizadas
- Sem líquidos inflamáveis
- Sistema pode ser movido p/ outras minas
- Viável também para pequenas escalas
- Opera em faixa larga de pH

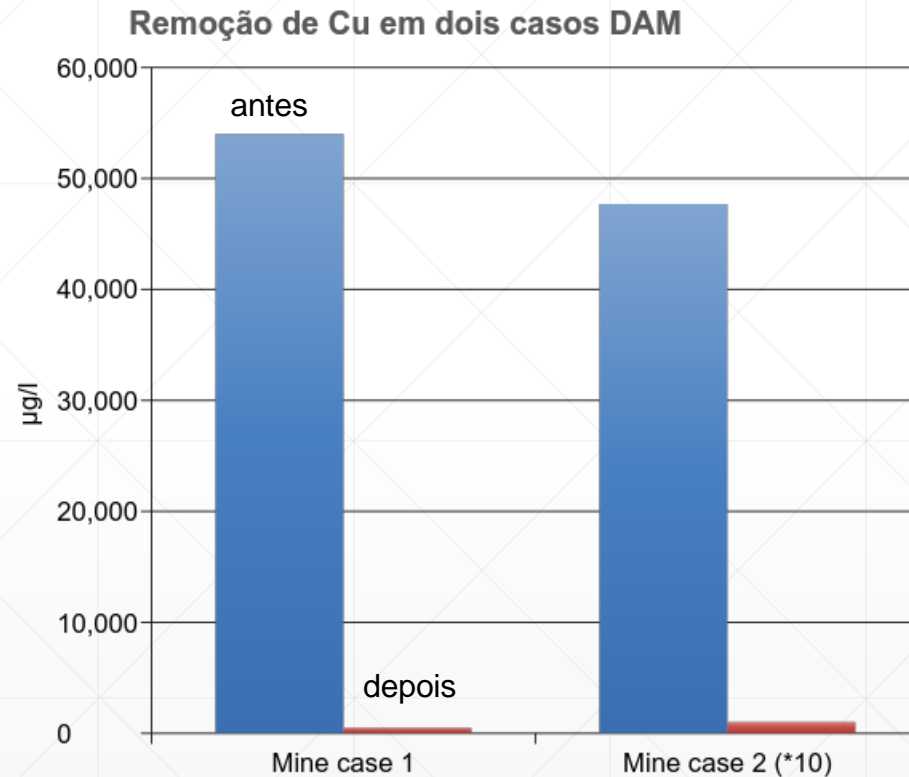
S/X (Extração por Solvente)

- Requer grandes áreas planas para implantação
- Requer instalações de armazenamento para solventes orgânicos
- Requer sistema de proteção contra líquidos inflamáveis
- Opera em uma faixa estreita de pH

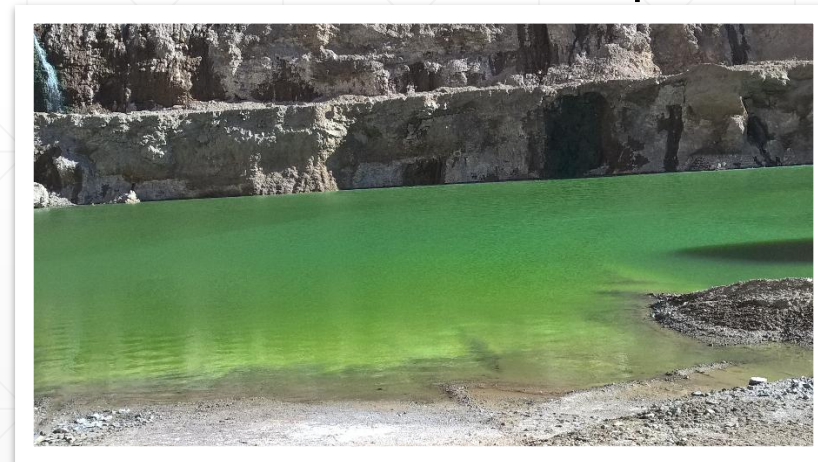
Cases - SELME

Tratamento de Rejeitos de Mineração – Extração Seletiva de Metais

Case I – DAM : Eficiência para Cobre (Cu) Chile

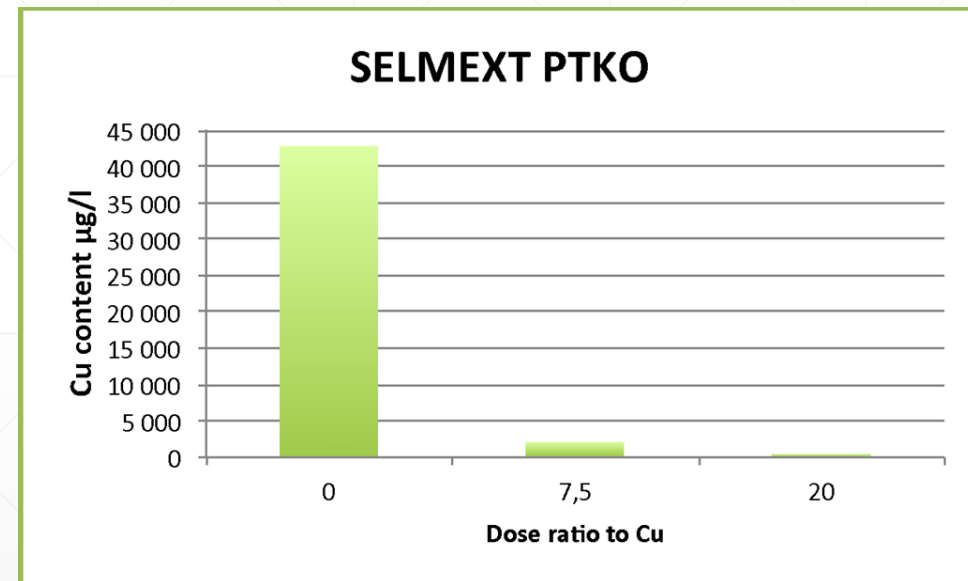
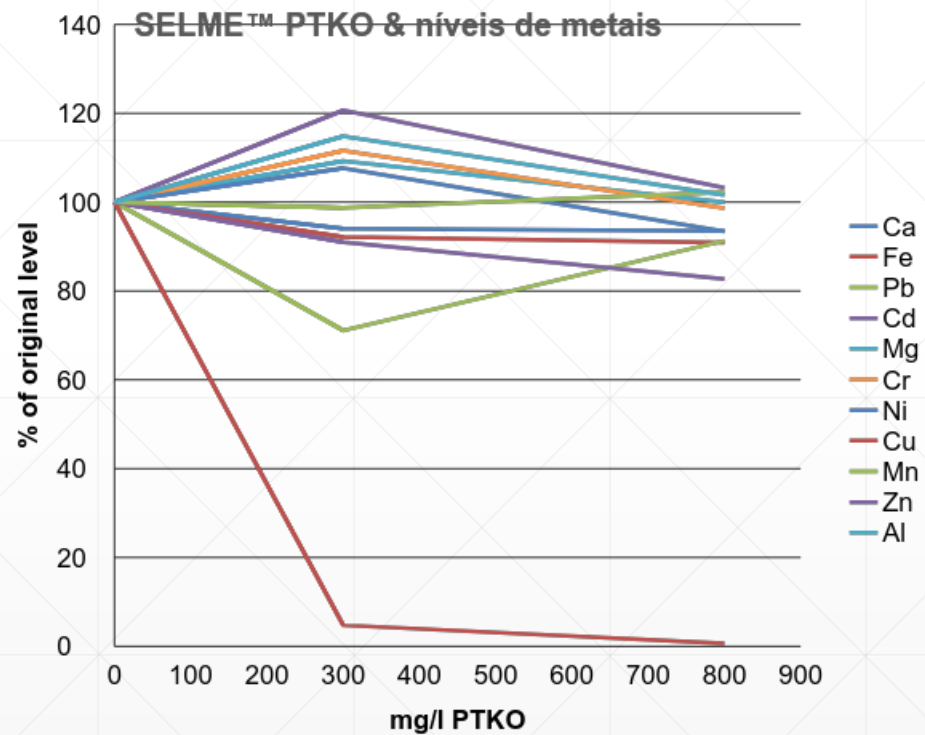


- >95% de Cu recuperado após a primeira passagem pelo SELME™
- Na segunda passagem, outros 95% do Cu restante foram recuperados

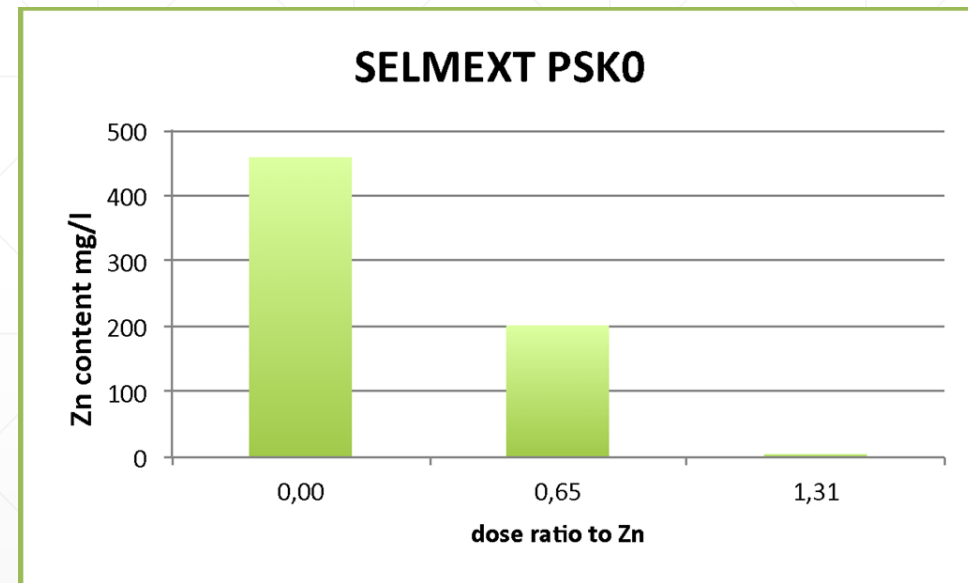
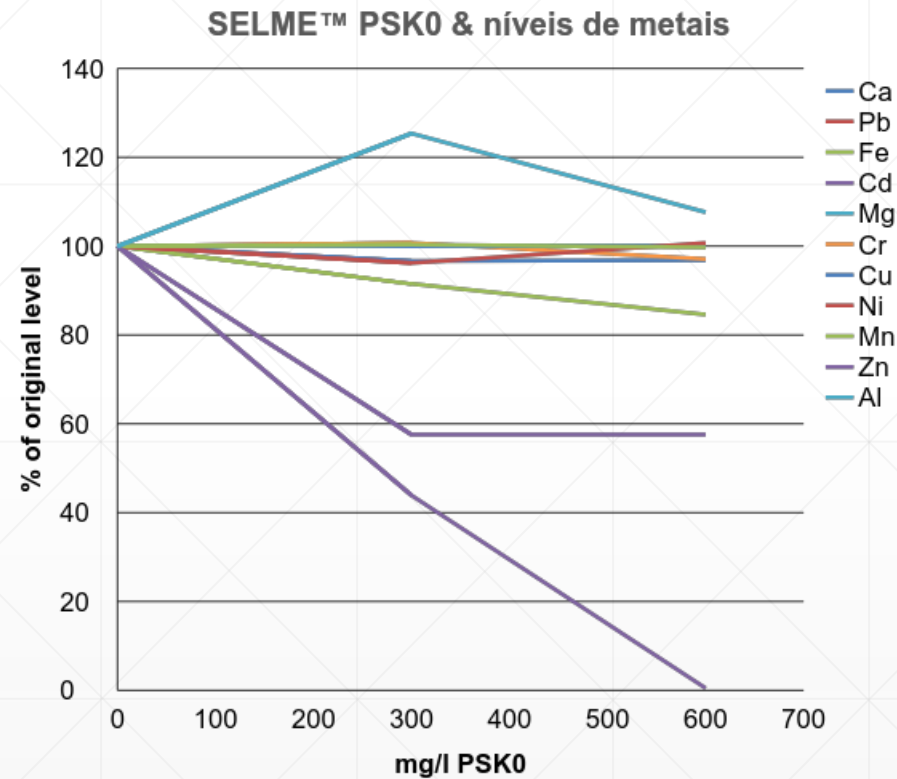


Exemplo de Drenagem Ácida da Mina (Chile)

Case I – Extração Seletiva de Cobre (Cu) Chile



Case I – Extração Seletiva de Zinco (Zn) Chile

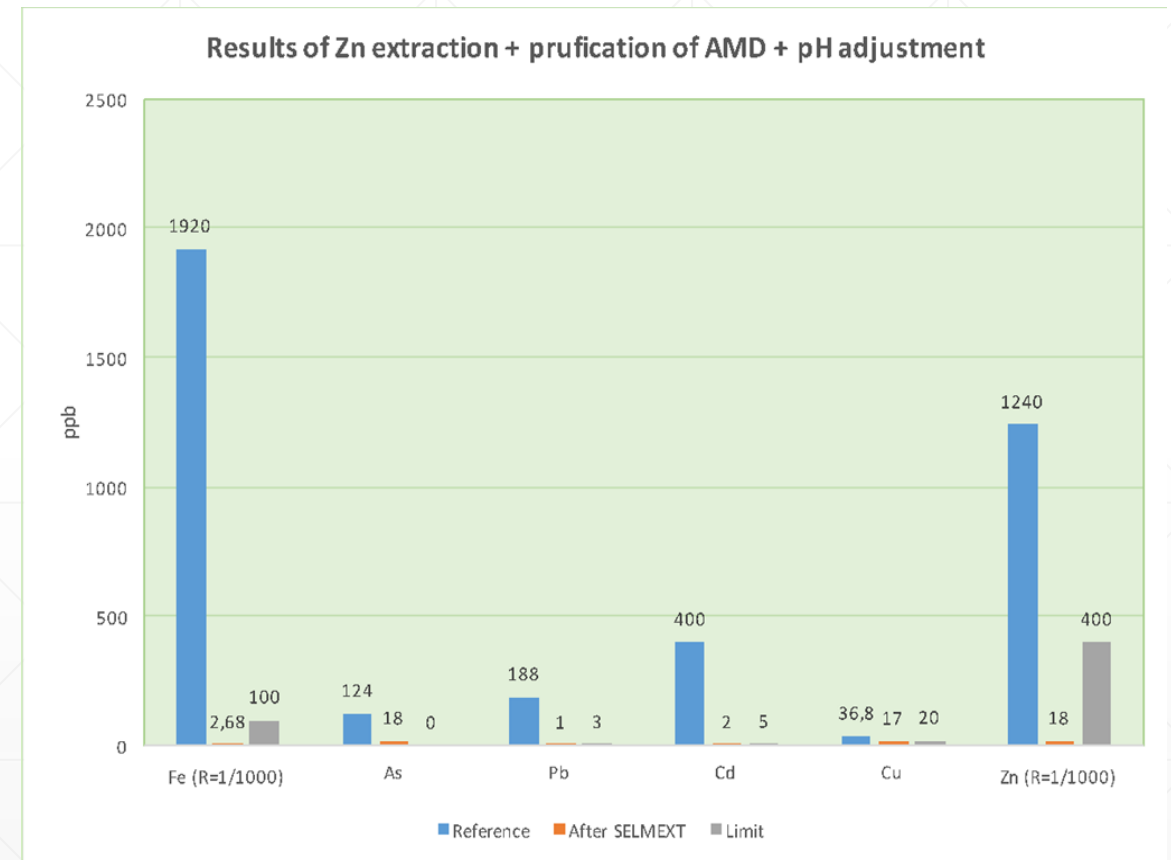


Case II: Mina de Cobre (Cu) na Suécia, 18 m³/h



Economia a ser gerada

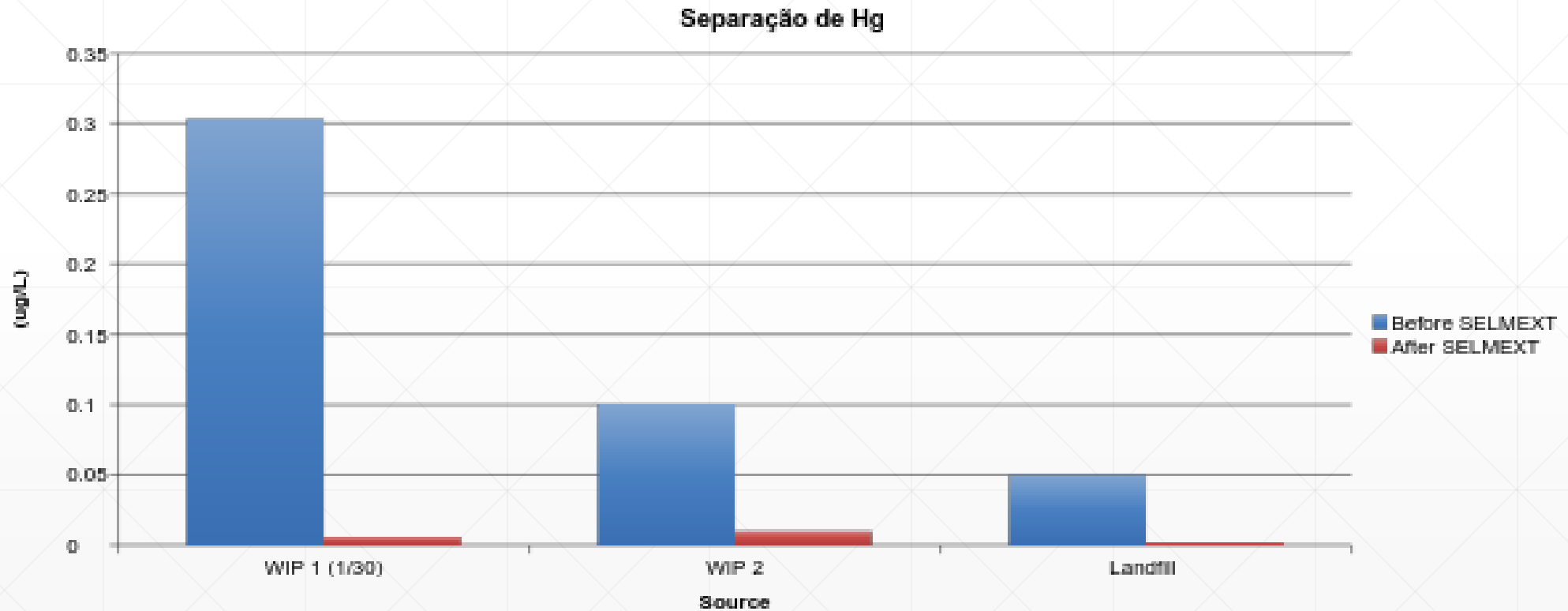
- Menor manutenção e substituição em tubulações
- Recirculação de água de processo, reduzindo riscos em barragens
- Demonstrou que 120 toneladas / ano de ZnS podem ser extraídos dos Rejeitos



Case III: Extração Seletiva de Mercúrio (Hg)



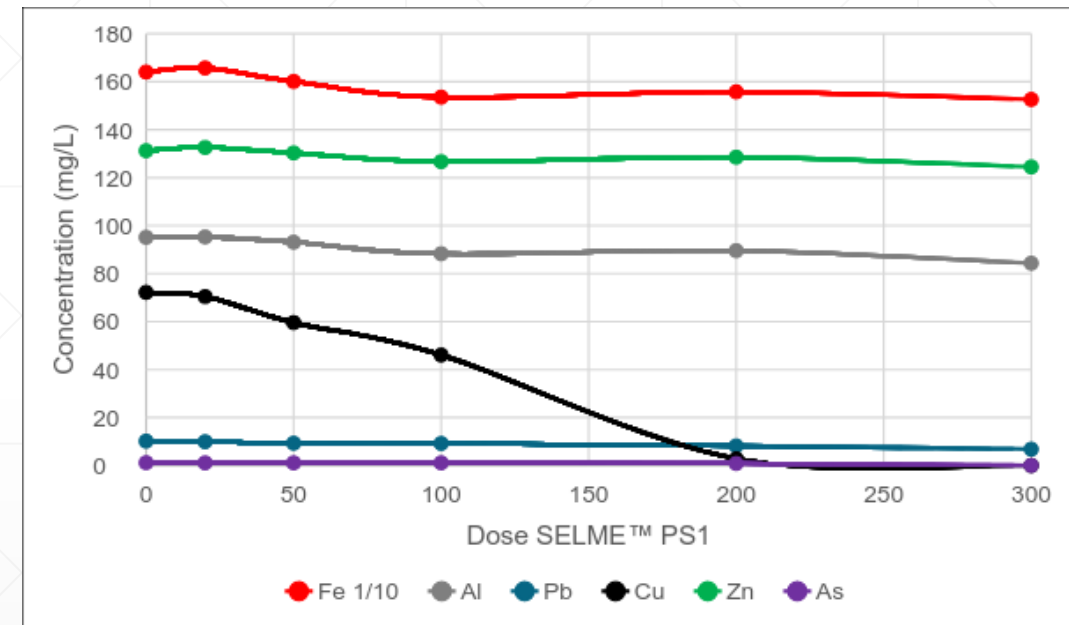
- Hg é um problema comum em plantas de incineração de resíduos
- Hg pode ser também um problema em algumas minas e aterros



Case IV: Purificação de Escória de Cobre (Cu) Chile



- Escória de cobre lixiviada com ácido
- PLS (5M) mix H_2SO_4/HNO_3
- 99% de cobre extraído na solução
- Ácido pode ser reutilizado – Extrato de cobre do SELME™ como produto



Case V: Mina de Ouro na Finlândia Problema com Antimônio (Sb)



SELME™

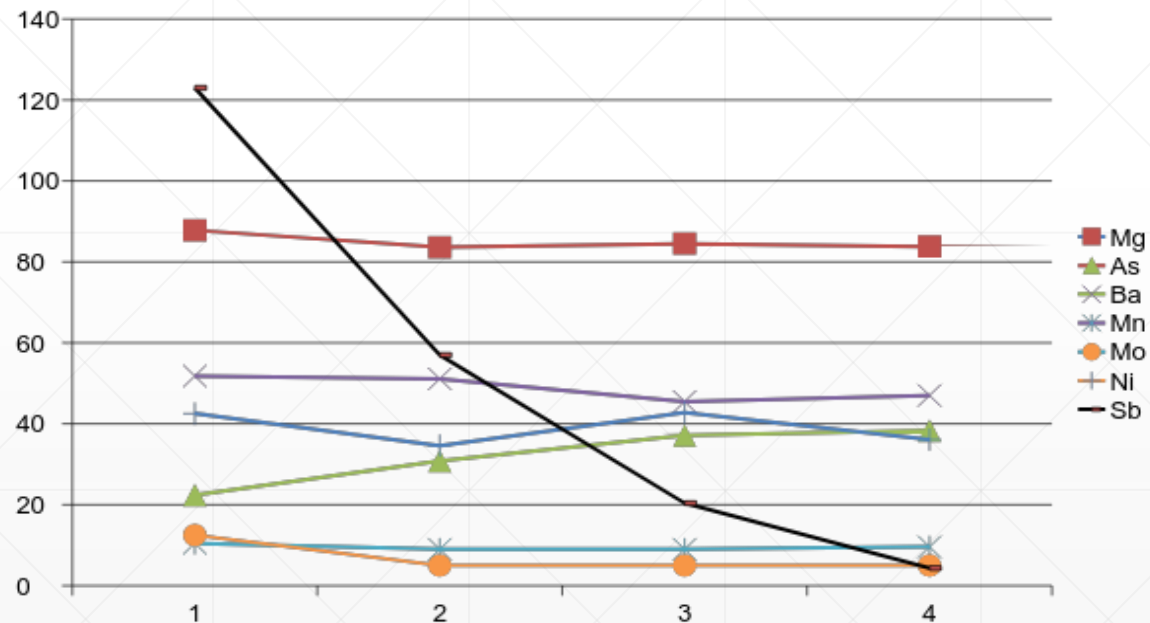


Case V: Mina de Ouro na Finlândia

Problema com Antimônio (Sb)



- **Meta** : Sb precisava ser reduzido em 50% (100 ppb)
- **Escala** : 300 m³/h primeiros anos (expansível para 400-500 m³/h nos anos futuros)
- **Resultado** : Análises laboratoriais demonstraram 96,5% de extração de Sb em uma passagem pelo SELME™. Utilização do PJK1-Mix.



Contato

Fabrizio Bontempo

(31) 3390 2301

(031) 99141-4880

Fabrizio.bontempo@aalok.com.br

ANEXO

- **Drenagem ácida de minas (DAM)** é a solução aquosa ácida gerada quando minerais sulfetados presentes em resíduos de mineração (rejeito ou estéril) são oxidados em presença de água. Trata-se de um dos mais graves impactos ambientais associados à atividade de mineração.

De forma simplificada e tomando como exemplo de mineral sulfetado a pirita, o processo de geração de DAM pode ser representado pela equação:

