

Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP
Departamento de Engenharia de Minas e de Petróleo

ISSN 0104-0553

BT/PMI/241

**Análise Ambiental de Solos e Águas
Subterrâneas Contaminadas com
Gasolina: Estudo de Caso no Município
de Guarulhos – SP**

**Renata Silva Trovão
José Renato Baptista de Lima**

São Paulo - 2007

1637782

O presente trabalho é parte da dissertação de mestrado apresentada por Renata Silva Trovão, sob a orientação do Prof. Dr. José Renato Baptista de Lima: "Análise Ambiental de Solos e Águas Subterrâneas Contaminadas com Gasolina: Estudo de Caso no Município de Guarulhos – SP" defendida em 08/12/2006, na EPUSP.

A íntegra da dissertação encontra-se à disposição dos interessados com o autor e na Biblioteca do Departamento de Engenharia de Minas e de Petróleo da Escola Politécnica da USP.

FICHA CATALOGRÁFICA

Trovão, Renata Silva

Análise ambiental de solos e águas subterrâneas contaminadas com gasolina : estudo de caso no município de Guarulhos - SP / Renata Silva Trovão, José Renato Baptista de Lima. -- São Paulo : EPUSP, 2007.

26 p. – (Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP, Departamento de Engenharia de Minas e de Petróleo ; BT/PMI/241)

1. Reabilitação de áreas degradadas (Contaminação) - Guarulhos (SP) 2. Gasolina 3. Poluição ambiental 4. Poluição da água I. Lima, José Renato Baptista de II. Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Departamento de Engenharia de Minas e de Petróleo III. Título IV. Série

ISSN 0104-0553

RENATA SILVA TROVÃO
JOSÉ RENATO BAPTISTA DE LIMA

**Análise ambiental de solos e águas subterrâneas contaminadas
com gasolina: estudo de caso no município de Guarulhos – SP**

Edição abreviada da dissertação apresentada à Escola
Politécnica da Universidade de São Paulo para a obtenção do
título de Mestre em Engenharia

São Paulo
2006

RESUMO

O problema do vazamento de combustível em postos de gasolina mostrou sua gravidade com a Resolução CONAMA nº 273, a partir da qual todos os postos de combustíveis já instalados ou a serem criados, dependem de licenciamento do órgão ambiental competente.

A gasolina brasileira possui na sua formulação 24 % em média de etanol para aumentar a octanagem e reduzir a emissão de monóxido de carbono na atmosfera. No entanto, esta adição, aumenta sua solubilidade, uma vez que o Etanol é solúvel em água e na própria gasolina aumentando também a mobilidade do contaminante, conseqüentemente dos compostos BTEX (benzeno, tolueno, etilbenzeno, xilenos) e hidrocarbonetos monoaromáticos - altamente nocivos à saúde humana. Existe também a dificuldade que a presença do etanol causa na biodegradação natural, pois apresenta o risco de consumir grande parte do oxigênio necessário para a degradação dos hidrocarbonetos monoaromáticos e pode ser inibitório ou tóxico aos microorganismos degradadores de BTEX. O município de Guarulhos é uma importante cidade para o desenvolvimento da Região Metropolitana do Estado de São Paulo. Tanto seu pólo industrial - altamente diversificado, quanto a presença do Aeroporto Internacional de São Paulo conferem a cidade muita responsabilidade no desenvolvimento do Estado. A água subterrânea é a única fonte de consumo para grande parte dos bairros da cidade. O próprio Aeroporto Internacional utiliza oito poços, que operam 12 horas por dia, fornecendo 2.700 m³/dia de água. No entanto, a cidade apresenta um grande percentual de áreas contaminadas por postos de combustíveis. Considerando a população da cidade (maior que um milhão de habitantes) diante da população do estado (mais de 40 milhões) é possível perceber que um grande número de pessoas convive diariamente com o problema de áreas passíveis de contaminação por hidrocarbonetos. Para que seja possível a melhor avaliação deste "potencial poluidor" fez-se este trabalho de levantamento para que seja identificada qual a situação atual das contaminações por vazamentos em postos de combustíveis.

Palavras-chave: Áreas contaminadas, combustíveis, Guarulhos.

ABSTRACT

The Resolution of the Nacional Environment Council - CONAMA n° 237 made obviously the problem concerning fuel leak in gas stations, already detected by technicians of the environmental organ of São Paulo State – Company of Environmental Sanitation Technology (Cetesb). This Resolution establishes that: “the location, construction, installation, modification, enlargement and operation of gas stations, fuel suppliers, fuel retailers and floating gas stations, will depend on the previous licensing by the competent environmental organ...”. The Brazilian gasoline contains approximately 20% of ethanol anhydrous (the content varies according to the energetic politics) to increase the octane and reduce the emission of carbon monoxide in the atmosphere. Nevertheless, this addition increases its solubility, because the ethanol is soluble in both water and gasoline, increasing the mobility of the contaminant, thus the BTEX compounds (benzene, toluene, ethyl benzene, and xylene) and Monocyclic Aromatic Hydrocarbons – highly toxic to the human health. The municipality of Guarulhos is a very important city of the Metropolitan Region of São Paulo State, due to the diversified industry and the presence of the São Paulo International Airport, where approximately 100 thousand people pass daily. The groundwater is the only source of potable water in many districts of the city. However, there are many contaminated areas by gasoline leaking. So far a great number of people live at areas that are susceptible to the contamination by hydrocarbons compounds. Considering this problem, this research consists in collect data about contaminated groundwater and soil by gas stations operations, verifying the impact of contamination on the population. An investigation of the environment licenses was carried out, as well as the citizens complaints at Cetesb – The environmental Agency in Guarulhos, about geological, hydro geological, technical and community aspects related to the plumes of contamination and their evolution and to discuss the appropriate remedy. To develop this research, the analysis certificate, environmental damage and other documents by the licensing process presented at Cetesb, have been used, to obtain the approval according CONAMA n° 273. The differences about hydraulic conductivity and anisotropy are determinant when talking about direction and speed of the contamination plume migration in different soils. These differences, summed to dispersion and diffusion, condition the behavior of contaminants in the soil (TRESSOLDI, 2002). It is important to know that manage a contamination involves removing the free phase of the product, investigating the contamination left, evaluating and managing the risks and measuring remediation. However, neither one of the five cases presented, until June 2006, a project of treatment, even though all of them are removing the free of contaminants phase. This research elaborated proposals concepts of remediation, using thermal desorption with natural attenuation, implantation of the systems Air Strippers and multiphase extraction – MPE. Two cases were chosen among all the situations analyzed, because until October 2006 no project was presented to de-contaminate those areas, and in one case, no reform was done, what facilitates removing the soil to a better remediation.

Key word: contaminated areas, gasoline, remediation, Guarulhos.

INTRODUÇÃO

A Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA nº 273 evidenciou o problema do vazamento de combustível em postos de gasolina, há muito detectada por técnicos do órgão ambiental do Estado de São Paulo - a Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (Cetesb). Esta resolução resolve, principalmente, que: “A localização, construção, instalação, modificação, ampliação e operação de postos revendedores, postos de abastecimento, instalações de sistemas retalhistas e postos flutuantes de combustíveis dependerão de prévio licenciamento do órgão ambiental competente...”.

Na década de 70, houve um aumento considerável no número de postos varejistas de combustíveis implantados no país. Os equipamentos, bem como as tubulações das referidas instalações, apresentavam tempo de vida útil estimado de 25 anos (FERREIRA, 2000). Isto posto, é natural que estes empreendimentos sejam considerados potencialmente poluidores, podendo ser geradores de acidentes ambientais (PENNER, 2000). Aproximadamente 3.000 localizam-se na Região Metropolitana de São Paulo (CETESB, 2005).

Levantamentos realizados por agências ambientais indicam que as áreas onde estão localizados estes postos de serviços são freqüentemente atingidas por vazamentos oriundos de tanques de armazenamento subterrâneos, que podem causar a contaminação do solo e das águas subterrâneas, além de contribuírem para o risco de explosões e incêndios.

A gasolina brasileira, difere da gasolina utilizada no restante do mundo, pois, possui na sua formulação 20% em média de etanol anidro (teor este que varia de acordo com a política energética momentânea) para aumentar a octanagem e reduzir a emissão de monóxido de carbono na atmosfera. No entanto, esta adição, aumenta sua solubilidade, uma vez que o etanol é solúvel em água e na própria gasolina, aumentando também a mobilidade do contaminante, conseqüentemente dos compostos BTEX (benzeno, tolueno, etilbenzeno, xilenos) e hidrocarbonetos monoaromáticos - altamente nocivos à saúde humana. Este fato, torna inválida a

aplicabilidade da maioria dos modelos já desenvolvidos no exterior, em contaminações por hidrocarbonetos para os casos encontrados no país.

REVISÃO DA LITERATURA

Segundo Ferreira (2000), para que a tecnologia a ser escolhida para remediação da área apresente a eficácia esperada, faz-se necessária a compreensão das características químicas do contaminante e dos mecanismos de transferência de massa. Como principais propriedades a serem analisadas, encontram-se: a solubilidade e co-solvência, a pressão de vapor, a densidade e a viscosidade. Já, como características dos mecanismos de transferência de massa que influenciam o sistema, tem-se: advecção, difusão, condutividade hidráulica e anisotropia do meio.

Para facilitar o entendimento dos movimentos da gasolina em subsuperfície, Ferreira (2003) apresenta conceitos importantes com referência ao fluxo de líquidos imiscíveis com a água através das zonas não-saturada e saturada. Segundo Miller (2001), existe uma relação entre a solubilidade e a mobilidade, ou seja, quanto mais solúvel um composto, maior a sua mobilidade. Já no caso da viscosidade, a sua redução aumenta a mobilidade. Esta relação reflete o poder de extensão da pluma de contaminação, principalmente no que diz respeito à gasolina acrescida de etanol, pois o etanol aumenta a solubilidade da gasolina e reduz a viscosidade desta. Embora a viscosidade sozinha não possa ser definida como parâmetro único para determinar a mobilidade, quando é levada em consideração a tensão interfacial ela é de grande valia na avaliação da contaminação. As diferenças existentes quanto à condutividade hidráulica e a ocorrência de anisotropia são determinantes quando se trata da direção e velocidade da migração da pluma de contaminação nos diversos tipos de solo. São estas diferenças, alguns dos fatores

que, somadas a dispersão e a difusão, condicionam o comportamento dos contaminantes no solo (TRESSOLDI, 2002).

A gasolina, entendida como contaminante, pode estar na subsuperfície em cinco fases: livre, residual, vapor, adsorvida e dissolvida (OLIVEIRA, BARKER e BANKS, 1998 e PENNER, 2000). O contaminante migra em sentido vertical até encontrar a franja capilar de um aquífero e aloja-se sobre ela, formando um reservatório que é chamado de fase livre. Já a fase residual diferencia-se da anterior por não possuir mobilidade, ou seja, ela é delineada como contaminante puro, porém que não consegue se mover por estar envolta por ar, água ou outro fluido. Embora também seja composta por líquido puro, trata-se de um aglomerado de gotas desconectadas e imóveis no meio poroso. Vale ressaltar que a fase residual pode, por vários motivos, tornar-se fase livre e vice-versa, tornando-se uma fonte de contaminação duradoura.

A fase vapor é caracterizada pela volatilização dos compostos orgânicos na zona não-saturada do aquífero. Estes vapores são oriundos, principalmente, da fase residual do aquífero. Existe uma parte do contaminante que se adere à matéria orgânica presente no solo. Esta compõe a fase adsorvida. Das cinco fases acima citadas, a mais importante é a fase dissolvida, que corresponde ao produto dissolvido na água do aquífero. Ela é a responsável pela dispersão do contaminante (PENNER, 2000). A transição do contaminante de uma fase para outra ou sua permanência em cada uma das fases é regida por propriedades físico-químicas já apresentadas anteriormente.

Segundo dados da Cetesb (maio de 2006), das 1664 áreas contaminadas identificadas no Estado de São Paulo, 35% encontram-se nas cidades do interior, 21,3% nos municípios da Região Metropolitana de São Paulo, 30% no Município de São Paulo e 13,7% no Litoral e Vale do Paraíba. O que mostra que juntos, somente a capital e a RMSP, somam mais de 51% das áreas identificadas. Outro fator de relevância é que os tanques de armazenamento subterrâneos de combustíveis foram responsáveis por 73% desses acidentes e a gasolina foi o produto com maior

vazamento.

A população do estado de São Paulo é de 40,3 milhões de habitantes, conforme o endereço eletrônico do Governo do Estado de São Paulo (2006), enquanto que a população da RMSP é 17,8 milhões habitantes. Assim, a população da RMSP representa 48,2 % do Estado, enquanto que em área, representa 3,2%. O que permite concluir que um número muito grande de pessoas convive com este problema cotidianamente.

O município de Guarulhos é uma importante cidade da Região Metropolitana do Estado de São Paulo. Tanto por seu pólo industrial - altamente diversificado, quanto pela presença do Aeroporto Internacional de São Paulo, com a passagem de cerca de 100 mil pessoas por dia, conferem a cidade grande importância na economia do Estado.

A água subterrânea é a única fonte de água potável para consumo de grande parte dos bairros da cidade. No entanto, a cidade apresenta um grande percentual de áreas contaminadas por postos de combustíveis. Considerando a população da cidade é possível perceber que um grande número de pessoas convive diariamente com o problema de áreas passíveis de contaminação por hidrocarbonetos.

OBJETIVOS

Tendo em vista a problemática acima exposta, o objetivo deste trabalho consiste, não em refazer as análises realizadas pela equipe técnica da Cetesb, mas apresentar e discorrer sobre as opções tecnológicas que podem ser utilizadas baseadas nos dados relativos à contaminação, apresentados pelas empresas de consultoria e análises laboratoriais, contratadas pelos estabelecimentos comerciais e/ou “bandeira”¹ para investigação das áreas contaminadas por

¹ Bandeira é a empresa responsável pela comercialização dos combustíveis para o posto, ou seja, é a distribuidora de combustíveis. Ex.: BR, ESSO, Ipiranga, SHELL, Texaco, entre outras.

vazamentos oriundos das instalações destes postos. Para a realização desta pesquisa verificou-se a situação atual das contaminações, tais como: dimensões das plumas de contaminação, a ocorrência de remediação na área, qual o tipo de remediação, entre outras informações.

MATERIAIS E MÉTODOS

Para tanto, realizou-se estudo na documentação existente nos processos de licenciamento ambiental, bem como de reclamações da população, existentes na Cetesb – Agência Ambiental de Guarulhos, quanto aos aspectos geológicos, hidrogeológicos, técnicos e comunitários, quanto à evolução das plumas de contaminação e a discussão das remediações aplicáveis e/ou já aplicadas.

Para o desenvolvimento desta pesquisa foram ainda utilizados os laudos de análises, os estudos de passivo ambiental e os demais documentos constantes nos processos de licenciamento, apresentados por estes estabelecimentos à Cetesb, visando à obtenção das licenças a que faz referência a Resolução CONAMA nº 273.

Cartograficamente, a área de interesse, encontra-se sobre terrenos sedimentares de idade Cenozóica, compreendendo os depósitos Terciários da Bacia de São Paulo e as coberturas aluviais mais recentes, de idade Quaternária, encontradas ao longo dos principais rios da região. Os terrenos cristalinos contornam as áreas sedimentares e configuram, praticamente, toda a borda da RMSP (COUTINHO, 1980). Sob o contexto hidrogeológico, os sedimentos da Bacia de São Paulo assentados sobre o substrato cristalino constituem dois grandes sistemas aquíferos distintos: o Sistema Aquífero Cristalino e o Sistema Aquífero São Paulo (COUTINHO, 1980).

Segundo este autor, o sistema aquífero da RMSP é composto por rochas sedimentares da Bacia de São Paulo, que está localizada no Planalto Paulistano e apresenta relevo suavizado de

morros e espigões relativamente baixos, com suas drenagens fluindo para os Rios Tietê, Pinheiros e Tamanduateí e seus tributários.

Regionalmente o aquífero possui espessura média de 100 m e máxima de 290 m e, ao longo dos depósitos aluviais, aflora muito próximo à superfície. O nível base local deste aquífero é o Rio Tietê e a descarga das águas é em direção a ele.

Coutinho (1980) explica ainda que o Sistema Aquífero Cristalino caracteriza-se por duas zonas distintas de sistema de fluxo da água subterrânea: a rocha alterada onde a água percola, principalmente nos interstícios resultantes do intemperismo e a rocha sã ou pouco alterada, onde a água flui preferencialmente pelas fissuras e fraturas.

As formações São Paulo e Itaquaquecetuba, pertencentes ao Sistema Aquífero São Paulo não podem ser separadas em aquíferos distintos devido à ausência de estudos neste sentido.

No banco de dados do Cadastro de Áreas Contaminadas, divulgado pela Cetesb e atualizado em maio/2006, consta que na cidade de Guarulhos foram identificadas 46 áreas contaminadas, sendo que 78% dos empreendimentos são postos de combustíveis. Do restante, ainda que não sejam postos, apenas 4 locações não apresentam combustíveis líquidos como principal contaminante.

O processo de recuperação de áreas contaminadas adota o princípio de “aptidão para o uso” e é constituído por seis etapas: investigação detalhada, avaliação de risco, investigação para remediação, projeto de remediação, remediação e monitoramento.

No Manual de Gerenciamento de Áreas Contaminadas, Lopes et al. (2001) explica as diferenças entre remediação ou recuperação² de uma determinada área contaminada e divide as medidas de remediação em dois tipos:

- a) medidas de contenção ou isolamento da contaminação e
- b) medidas para o tratamento dos meios contaminados visando a eliminação ou

² Recuperação significa readquirir uma condição, enquanto que remediação significa dar remédio, sanear, tornar uma área saudável (LOPES et al., 2001).

redução dos níveis de contaminação a níveis aceitáveis ou previamente definidos.

Assim, neste estudo, considera-se recuperação como sendo remediação (contenção e tratamento) e compatibilização ao uso atual ou futuro da área.

Conforme Stier (2004), para que uma tecnologia de remediação seja escolhida com acerto, deve-se considerar a geologia, hidrogeologia, hidrogeoquímica, características físicas e químicas dos contaminantes, aspectos regionais (custos de energia, preço de mão-de-obra) e aspectos políticos. Lopes et al. (2001) acrescenta ainda o tempo e recursos disponíveis.

Normalmente, a decisão é tomada pelo proprietário da área contaminada. Como nem sempre o proprietário tem experiência ou conhecimento sobre o assunto, esta decisão deve estar baseada na recomendação de um consultor e supervisionada pela autoridade competente. (STIER, 2004). Para amparar as decisões nas necessidades das ações de remediação, utiliza-se a análise de risco. Segundo o autor supra citado, ela deve ser utilizada em todas as fases de remediação, pois, quando aplicada holisticamente, a análise de risco subsidia as decisões do gerenciamento do risco tornando mais eficiente o uso dos recursos para proteger a saúde pública e o meio ambiente.

Tendo como modelo a norma ASTM 204-01 *Guide for Risk Based Corrective Action at Chemical Release Sites (RBCA)*, que é um procedimento eficiente de tomada de decisões baseadas em risco, a Cetesb (2004) elaborou uma metodologia: a ACBR – Ações Corretivas com Base no Risco, direcionada, especificamente, a áreas com problemas de contaminação por hidrocarbonetos derivados de petróleo.

O ACBR caracteriza-se pela utilização dos dados de análise de risco, análise de exposição e modelos de transporte de massa em meio saturado e não saturado. Esta metodologia baseia-se na classificação inicial da área quanto à necessidade de ações imediatas seguida por três estágios de coleta, tratamento e interpretação dos dados: Nível 1, Nível 2 e Nível 3 - ou no RBCA *Tier 1*, *Tier 2* e *Tier 3*. Estes estágios tornam-se progressivamente mais específicos e

complexos à medida que o estudo sobre a área e o contaminante é desenvolvido.

Como continuidade no gerenciamento das áreas contaminadas, a próxima medida a ser tomada é a escolha da melhor tecnologia de remediação a ser implantada. Este trabalho, apresenta como tecnologias de remediação comumente utilizadas: bombeamento e tratamento (*Pump & Treat*), remoção de gases (*Air Strippers*), carvão ativado, biorremediação *in situ*, atenuação natural, injeção de melaço, extração de vapores do solo (SVE), barreiras reativas *in situ*, extração multifásica (MPE) ou *bioslumping*, fitorremediação, oxidação *in situ*, sistema de recuperação de fase livre por *skimming*, desadsorção termal e lavagem de solo.

RESULTADOS

Das contaminações geradas por postos de combustíveis, quase todas possuem como fonte de contaminação o armazenamento. Somente um deles tem como fonte de contaminação um derramamento que ocorreu durante o abastecimento de um dos tanques. Destas contaminações, apenas seis já possuem proposta de remediação, o que representa 17%, enquanto que 61% não apresentaram ainda sua proposta. No entanto, 31% já estão com remediação em andamento. Dos empreendimentos que possuem áreas contaminadas e ainda não apresentaram proposta de remediação, somente um deles está na fase de investigação detalhada, os demais ainda encontram-se na etapa de investigação confirmatória.

As investigações realizadas nestas áreas contaminadas, principalmente por combustíveis líquidos, mostram que 17% atingiram áreas fora da propriedade do empreendimento responsável pelo vazamento. Como meio impactado, percebe-se que 81% dos vazamentos já alcançaram o subsolo e destes, 40% estão também no solo superficial. No entanto, o maior agravante é que apenas dois vazamentos não atingiram as águas subterrâneas, porém, ambos encontram-se na

etapa de investigação confirmatória, o que leva a crer que há possibilidade de também estarem contaminadas as águas subterrâneas.

Muitas vezes, quando é percebido um vazamento, este já se encontra bastante avançado, tornando-se difícil a quantificação de contaminante. Muitos autores apresentaram trabalhos no sentido de quantificar o volume vazado retido por capilaridade na zona saturada e não-saturada. Lenhard e Parker (1990), Busby et al. (1995), Farr et al. (1990), Ferreira (2003) entre outros, utilizaram as curvas de saturação do solo. Já Huntley et al. (1994), relaciona as diferentes espessuras encontradas nos poços de monitoramento às granulometrias heterogêneas existentes no solo ao redor.

É importante comentar que o gerenciamento de uma contaminação envolve a remoção de fase livre de produto, a investigação da contaminação remanescente, a avaliação e gerenciamento de riscos e finalmente as medidas de remediação, no entanto, nenhum dos 5 casos estudados apresentou, até junho de 2006, um projeto de remediação, embora todos já estejam removendo a fase livre de contaminante.

Através da análise realizada no Cadastro de Áreas Contaminadas (CETESB, 2005), foram selecionados aleatoriamente 5 casos para estudo detalhado da documentação existente nos processos de licenciamento ambiental e/ou de reclamações da população existentes na Cetesb - Agência Ambiental de Guarulhos.

Neste trabalho estão descritos os históricos de cada um dos estabelecimentos estudados e a evolução de suas contaminações assim como as discussões a respeito de cada caso. Para facilitar o entendimento, os postos foram denominados: Caso 1, Caso 2, Caso 3, Caso 4 e Caso 5. Todos eles apresentaram remoção de fase livre do produto e, em dois deles, também investigação da contaminação remanescente, porém, nenhum deles apresentou plano de remediação para avaliação do órgão ambiental.

Em uma área contaminada por hidrocarbonetos o primeiro passo é cessar a fonte de contaminação. Uma vez que o objeto deste estudo é posto de combustíveis, é comum que a fonte de contaminação seja o tanque de abastecimento enterrado, ou alguma das tubulações, a bomba de gasolina, ou mesmo algum acidente que possa ocorrer durante a descarga de combustíveis. Os casos estudados, com exceção do Caso 3, mostraram que foi obedecida a instrução inicial de cessar esta fonte, removendo o tanque ou a tubulação com vazamento. No entanto, o que ocorreu em alguns casos, é que não se tratava de uma única fonte, ou seja, que a contaminação, mesmo cessada a fonte inicial, continuava a aumentar por haver ainda outra fonte contaminando, que pode ter iniciado o vazamento depois da fonte inicial cessada, aumentando assim, o tempo de bombeamento da fase livre de combustível. Porém, não é possível descartar a informação de que o combustível retido no solo por capilaridade ou por adsorção, nas fases residual e adsorvida, torna-se uma fonte contínua de contaminação (FERREIRA, 2000).

O Caso 3 é o único dos analisados que não efetuou reforma desde sua instalação realizada em 1983, os demais já realizaram reformas inclusive contempladas com troca dos tanques e, mesmo assim, a contaminação continua presente. Um exemplo deste problema é o Caso 4, que efetuou reforma em 1997 e reforma parcial do piso em 2001, após utilização de “bombeamento e tratamento” (realizado em 1995), que continua bombeando sempre que apresenta fase livre de combustível nos monitoramentos que executa. Isto pode indicar que o solo ainda contém combustível e que as propriedades físico-químicas deste contaminante, somadas às características hidrogeológicas do local, permitem que o fluido fique transitando de uma fase para a outra, reiniciando o aparecimento de fase livre nos poços de monitoramento. Como o solo pode ser considerado uma fonte constante de contaminação do lençol freático, por conter combustível em fase residual ou adsorvida, não é de causar estranheza o fato de que, para que ocorra remediação completa da área, faz-se necessária a remoção do solo para tratamento *ex situ*.

A maioria das contaminações está restrita à área do posto. Nas situações avaliadas por este trabalho, pode-se perceber que nos Caso 3 e Caso 4, a contaminação extrapolou os limites do empreendimento, as demais não chegaram a sair das instalações do posto. Com a diferenciação de que no Caso 4, calcula-se que a pluma de contaminação tenha alcançado apenas a calçada do próprio posto não tendo atingido o território subterrâneo de nenhum imóvel vizinho, enquanto que no Caso 3, a pluma já deve ter-se expandido por baixo de, no mínimo, 11 imóveis entre residências e estabelecimentos comerciais.

Em todos os casos estudados, a contaminação já atingiu as águas subterrâneas e todos já se encontram removendo fase livre. Porém, após a remoção da fase livre e dissolvida, serão necessárias novas análises laboratoriais dos parâmetros tratados para a verificação da qualidade destas águas, só assim, será possível avaliar a possibilidade de recuperação das mesmas.

Nos processos analisados, foram constatadas algumas contradições descritas pelas consultorias na elaboração dos relatórios e das análises de risco. Estas contradições podem ser provenientes de informações inconsistentes fornecidas pelo proprietário ou mesmo por empregados do posto. Ou ainda, por desconhecimento da importância dos detalhes referentes ao imóvel ou à contaminação em si, por parte dos profissionais envolvidos, principalmente por tratar-se de um assunto pouco explorado no Brasil.

A descontaminação de solo que este trabalho propõe não avaliou os custos do projeto, considerando apenas a melhor tecnologia aplicável ao local. Porém, é sabido que os custos empregados em remoção de fase livre, ou bombeamento e tratamento, ou outros tipos de tratamento *in situ* efetivados nas remediações das águas subterrâneas, ocorrem diluídos nos diversos anos em que ocorrerá esta retirada da fase livre. No entanto, os custos para remediações *ex situ*, que remove o solo para tratamento ou disposição adequada, embora possam parecer maiores em princípio, ocorrem apenas uma vez, além de extinguir completamente a contaminação. Assim, não haverá mais a passagem de fluido da fase adsorvida ou residual para a

fase livre, acabando também com a necessidade de nova remoção de fase livre, que é comum ocorrer por vários anos quando não se remove o solo. Este reaparecimento de fase livre, só ocorrerá no caso de um novo vazamento que será mais difícil de ocorrer, uma vez que houve a remoção de solo contaminado e os tanques de combustíveis e tubulações foram instalados recentemente, em conformidade com as normas ABNT e com todos os testes de estanqueidade realizados.

Dos 5 postos analisados, apenas em 2 deles há registro de reclamações da população. No Caso 3, ainda não é possível perceber os benefícios da atuação do órgão ambiental, pois embora a Cetesb já tenha autuado o estabelecimento com 3 AIIPA's e 2 AIIPM's, este ainda não realizou a reforma necessária e não cessou a fonte de contaminação. Já no Caso 5, após as incursões e ações da Cetesb e da reforma realizada em dezembro de 1999, não há registro de nenhuma reclamação da população vizinha desde setembro de 1996.

Um projeto de remediação deve ser elaborado, para ser utilizado como a base técnica para o órgão gerenciador ou órgão de controle ambiental avaliar a possibilidade de autorizar ou não a implantação e operação dos sistemas de remediação propostos. Desta forma, o projeto deverá conter todas as informações sobre a área contaminada, levantadas nas etapas anteriores do gerenciamento.

Com base nos levantamentos realizados, uma vez que dos casos analisados somente o Caso 3 e o Caso 5 ainda apresentaram, até junho de 2006, concentrações de contaminantes acima do permitido pela legislação e ambos oferecem risco à saúde humana, além de não terem apresentado proposta de remediação, optou-se por apresentar e discutir as melhores tecnologias que podem ser aplicadas aos dois casos acima citados.

Com relação ao Caso 1, como relatado anteriormente, são necessárias novas análises e nova elaboração do ACBR. A última análise apresentada, datada de maio de 2005 informou que, em águas subterrâneas, os valores para BTEX não alcançaram os limites estabelecidos pela

Portaria nº 1469 de 28/12/2000 – Qualidade de água para consumo humano, no entanto, diante das contradições verificadas nos documentos constantes no processo, bem como da informação que estava ocorrendo remoção de fase livre, estas análises podem estar incorretas.

O Caso 3 ainda não efetuou reforma, isto será um elemento facilitador para a efetivação da remediação. A contaminação inicialmente percebida era de óleo diesel, no entanto, a Consultoria E em monitoramento realizado em 1999, percebeu gasolina nos subsolo do posto e as análises laboratoriais apresentadas, em abril de 2004, mostram presença de compostos BTEX o que é uma característica de contaminações por gasolina.

Um projeto de remediação deve conter uma série de informações, além do projeto em si. São elas: histórico completo do posto, descrição geológica e hidrogeológica, plantas em escala contendo as dimensões do posto, localização dos tanques, bombas e tubulações existentes, detalhamento da (s) tecnologia (s) escolhida (s), detalhamento da implantação e operação do sistema de remediação, cronograma de atividades, se a tecnologia escolhida apresentar a necessidade de remoção de solo, é preciso que se tenha a estimativa da quantidade de solo a ser removido, os planos de segurança dos trabalhadores e vizinhança e o plano de monitoramento da eficiência do sistema, com pontos de coleta de dados definidos, parâmetros a serem analisados, frequência de amostragem e os limites ou padrões definidos como objetivos a serem atingidos pela remediação para interpretação dos resultados.

Portanto, para o Caso 3, tendo em vista a não remoção da (s) fonte (s) de contaminação, faz-se necessária reforma urgente, inclusive para adequação ao licenciamento ambiental que exige reforma completa, incluindo troca dos tanques instalados há mais de 15 anos. E, além da pluma de contaminação ser bastante extensa, as instalações do posto datam de 1983, ou seja, os tanques já têm mais de 20 anos, estando propensos a apresentar vazamentos.

O entorno do Caso 3 é composto por residências, escola e pequenos comércios, sendo que além do próprio posto, muitos estabelecimentos no entorno utilizam-se de captação de água

subterrânea através de poços cacimba para consumo doméstico. Assim é prioritária a preservação da segurança dos moradores ou dos comerciantes nos arredores do posto, além dos próprios empregados do posto. Portanto, é necessária, como medida preventiva, a desativação deste poço de forma a evitar a eventual ingestão das águas subterrâneas impactadas e/ou o contato dermal por parte dos trabalhadores do posto.

Ainda com relação ao Caso 3, como a pluma de contaminação estimada através do levantamento realizado já se encontra externa aos limites do empreendimento estendendo-se pelo subsolo de algumas residências e empreendimentos, não é possível que seja utilizada a remoção de todo solo contaminado para tratamento *ex situ*, embora seja o mais aconselhável para uma situação em que os tanques e a tubulação ainda não tenham sido retiradas. No entanto, com a remoção dos tanques para efetivação da reforma completa, o solo contido nos limites do posto, pode ser mais facilmente removido para que se possa ser tratado com desadsorção térmica, que pode inclusive ser realizada no próprio posto, com recolocação do próprio solo no local. Para a região fora dos limites deste, pode ser realizada remoção de gases (*Air Strippers*), pois ainda é bastante alta a concentração de compostos BTEX para a inalação de vapores orgânicos provenientes do solo em ambientes abertos por receptores residenciais vizinhos *off site* nos poços de monitoramento existentes nos arredores do posto. Além da execução dos trabalhos de desadsorção térmica e *air strippers*, deve ser realizado monitoramento para acompanhamento da atenuação natural da contaminação remanescente, inclusive com a utilização de medidas de aceleração da degradação dos hidrocarbonetos dos meios contaminados.

A escolha de, no mínimo três tecnologias para a remediação desta contaminação, deve-se ao tipo de solo que compõe a região, à velocidade de migração das águas subterrâneas que é estimada em 38 m/ano e a direção do fluxo subterrâneo que dificultará o retorno do contaminante para a área do posto.

Para que sejam possíveis a implantação e operação do sistema de remediação, são

necessárias algumas complementações de informações, tais como: plantas com todas as medidas das áreas do posto e delimitação da profundidade da pluma de contaminação. No entanto, de posse dos dados já analisados, pode-se considerar que a área do posto é 450 m², a profundidade máxima do nível d'água determinada nas sondagens realizadas é de 7,0 m e a pluma de contaminação está ocupando aproximadamente 1/5 do empreendimento. Assim, pode-se estimar que deverá ser removido, aproximadamente 36,0 m³ de solo contaminado, o que só pode ser confirmado após teste piloto. Lembrando que é necessário cuidar da segurança dos imóveis vizinhos, para que não sejam abalados com a retirada dos tanques para troca, nem mesmo da retirada do solo para tratamento.

O solo retirado para tratamento, deverá passar por uma unidade de desadsorção térmica a ser conduzida até o posto para facilitar a recolocação do solo no local de origem, bem como para que sejam minimizados os custos com o transporte do solo. Após a recolocação do solo são necessárias novas análises dos parâmetros BETX para que seja determinada a nova delimitação da pluma e seja decidida, qual a melhor tecnologia a ser empregada para aceleração da atenuação natural da contaminação remanescente no local. Para tanto, recomenda-se:

- instalação de 3 PM's adicionais dentro do posto aproximadamente na mesma posição em que estão hoje os PB-01, PB-02 e PB-03, em substituição aos que serão fatalmente destruídos durante a reforma;
- implantação de sistema de remoção de gases - *Air Strippers*;
- implantação de monitoramento quinzenal do nível d'água dos PM's e PB's, com o objetivo de identificar a eventual presença de fase livre de produto e, caso necessário, proceder a sua remoção; e
- monitoramento analítico trimestral das águas subterrâneas para os parâmetros BTEX e PAH, durante 1 ano hidrológico completo, com o intuito de avaliar o comportamento da pluma de fase dissolvida ao longo do tempo.

Uma vez que o nível d'água no Caso 3 não é muito profundo – cerca de 7,0 m – outra possibilidade para remediação desta área é a implantação de um sistema de extração multifásica - MPE, para que sejam retiradas a fase livre, a água subterrânea com compostos dissolvidos e o vapor do solo, todos em um só sistema. No entanto, é importante lembrar que para que qualquer tecnologia empregada apresente um resultado satisfatório, a primeira medida a ser tomada é a eliminação da fonte de contaminação. Em locais como este, o bombeamento da fase livre e dissolvida pode ser realizado por meio da aplicação de vácuo nos poços de extração. As demais recomendações após a eliminação das fases livre e dissolvida são as mesmas:

- implantação de monitoramento quinzenal do nível d'água dos PM's e PB's; e
- monitoramento analítico trimestral das águas subterrâneas para os parâmetros BTEX e PAH.

No Caso 4, embora as instalações sejam mais recentes (aproximadamente 1997), vem ocorrendo uma série de vazamentos e a remoção de fase livre tem sido uma constante no local. Embora as consultorias tenham informado que a fase livre verificada, nas diferentes situações apresentadas, sejam resultantes de diversos vazamentos diferentes, com rompimento de uma determinada tubulação, ou vazamento no momento do abastecimento de um tanque, é necessário que seja refeita uma avaliação nas tubulações enterradas e aéreas do posto, bem como novo teste de estanqueidade dos tanques.

É necessária também, a imediata paralisação da captação do poço cacimba, como primeira medida a ser tomada, pois a utilização das suas águas coloca em risco a saúde dos trabalhadores do posto e dos clientes que possam vir a utilizar-se destas águas. Como tecnologia para remediação da área, o baixo nível d'água (3,0 m) e o solo silte argiloso são fatores que indicam a Extração Multi-fásica (MPE) com tratamento adequado. Esta tecnologia é possível neste caso inclusive por tratar-se de pluma que contém contaminante em mais de uma fase. Outra opção é a utilização de *Air Strippers* para remoção de gases no local, pois, embora as análises realizadas não tenham apresentado risco à exposição humana, ocorreram novos vazamentos o

que invalida a análise de risco realizada anteriormente.

Conforme as análises já realizadas, a pluma de contaminação encontra-se sob a pista de abastecimento e já existem quatro poços que estão sendo utilizados para bombeamento e que podem ser aproveitados para instalação desta nova proposta de remediação. No entanto, assumindo que, em uma nova análise realizada nas instalações do posto, sejam constatadas a deterioração dos equipamentos e real necessidade de troca dos tanques e tubulações, com quebra do piso do posto para a retirada dos equipamentos, é recomendado que seja retirado também o solo do local para que tratamento em desadsorção térmica. Desta forma, é possível garantir que o solo no local deixará de ser também uma fonte de contaminação.

Outra alternativa para recuperação deste solo, ainda assumindo a troca dos tanques e tubulações, é a escavação do solo contaminado e a disposição em pilhas do material escavado envolto em plástico, com a instalação de sistema de extração de vapores. Neste caso, o período de exposição à tecnologia é maior, porém tem como vantagem o custo inferior ao tratamento com desadsorção térmica.

CONCLUSÕES

Os estudos realizados permitiram concluir que:

- a) os tanques enterrados a mais de 20 anos têm grande probabilidade de apresentar vazamentos;
- b) os combustíveis contendo etanol (gasolina e álcool hidratado) espalham-se mais rapidamente que os combustíveis sem este aditivo;
- c) nos casos analisados, é possível perceber os benefícios da atuação do órgão ambiental junto aos postos nos quais ocorreu vazamento, pois, os que tiveram reclamação da população

vizinha, após a intervenção da Cetesb, seja com aplicação de AIIPA's, AIIPM's, ou com a convocação para solicitação do licenciamento ambiental, estes não foram mais objeto de reclamações da comunidade. No Caso 4, não foi mais notada existência de fase livre no poço da empresa de telefonia e no Caso 5, não houve mais percepção de odor de combustível no estabelecimento comercial. Somente no Caso 3 ainda não foi possível concluir se houve melhora, pois, conforme citado anteriormente, este ainda encontra-se removendo fase livre sem ter realizado a reforma do estabelecimento;

d) com este estudo nota-se que postos de gasolina, quando não tomadas as devidas precauções, quanto à qualidade dos equipamentos e instalações, são empreendimentos que apresentam grande potencial poluidor. Os tanques para armazenamento de combustíveis, enterrados há mais de 15 anos, normalmente podem contaminar uma grande área em extensão de solo e também as águas subterrâneas da região na qual ocorreu o vazamento. Este aquífero pode ser recuperado com tratamento do solo e das águas, no entanto, esta remediação não é simples e requer vários estudos para que seja escolhida a melhor opção de tratamento;

e) de acordo com a documentação analisada, nos cinco postos, houve redução da pluma de contaminação com a remoção de fase livre, no entanto, é preciso lembrar que o solo contaminado com gasolina contendo etanol em fase residual ou adsorvida, pode ser considerado uma fonte incessante de contaminação, uma vez que o combustível transita constantemente de uma fase para outra, justificando assim a constante remoção de fase livre como etapa de remediação aplicada ao local. No entanto, é necessário que seja aplicada uma remediação mais dirigida ao local, pois só assim é possível garantir que não haverá mais ocorrência de fase livre, a não ser se for constatado novo vazamento. Porém, é difícil de acontecer novo vazamento quando os equipamentos são novos e testados. Se mesmo com todos os cuidados tomados acontecer algum tipo de perfuração no tanque ou nas tubulações dos postos de combustíveis que estão passando por reformas recentes para atender a convocação da Cetesb, estes possuem

equipamentos para que isto seja constatado rapidamente, impedindo que a contaminação seja extensa e profunda; e

f) a ACBR visa estabelecer as concentrações limites nos pontos de exposição identificados, as taxas de ingresso, os riscos associados, bem como as concentrações limites para os compostos de interesse na área em estudo, a fim de assegurar que os receptores identificados não estejam expostos a riscos crônicos à saúde humana, conforme os critérios de riscos adotados (CETESB, 2004). No entanto, dizer que não apresenta risco à saúde humana, não quer dizer que a área não esteja contaminada, assim, mesmo que não apresente risco à saúde humana a área pode estar contaminada e o solo e/ou as águas subterrâneas necessitam alguma remediação.

Este trabalho elaborou propostas conceituais de remediação, com a utilização de desadsorção térmica em conjunto com atenuação natural, implantação de sistemas de *Air Strippers* e extração multifásica – MPE. Foram escolhidos dois casos dentre os analisados, pois, até outubro de 2006, ainda não havia sido apresentado nenhum projeto para descontaminação destas áreas e, um dos empreendimentos, sequer havia realizado reforma, o que facilita a remoção do solo para uma melhor remediação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACKERMANM, M. Limpeza por meio de extração multifásica de uma área contaminada com vários VOC. In: MOERI, E.; COELHO, R.; MARKER, A. (Ed.). **Remediação e revitalização de áreas contaminadas**. São Paulo: Signus Editora, 2004.
- AMERICAN PETROLEUM INSTITUTE. **A guide to the assessment and remediation to underground petroleum releases**. 3.ed. Washington, 1996. 1628 p. (API Publication)
- BARKER, J. F. et al. The influence of methanol in gasoline fuels on the formation of dissolved plumes, and on the fate and natural remediation of methanol and BTEX dissolved in groundwater, 1991. In: WEST COST CONFERENCE ON HYDROCARBON CONTAMINATED SOILS AND GROUNDWATER, 1., 1990, Newport Beach. **Hydrocarbon contaminated soils and groundwater : analysis, fate, environmental and public health effects, remediation**. Chelsea: Lewis, 1991. v. 2.
- BEAR, J. **Dynamics of fluids in porous media**. New York: Dover Publications, 1972. 764 p.
- BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA nº 273**, de 29 de novembro de 2000. Brasília, 2000. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/licenciamentoo/legislacao/federal/resolucoes/2000_Res_CONAMA_273.pdf>. Acesso em: jan. 2005.
- BUCCI, E. M. (2000) **Remediação de áreas contaminadas por vazamentos de tanques de combustíveis em postos de serviços**. São Paulo, 152 p. Dissertação (Mestrado) – Saneamento Ambiental, Universidade Mackenzie de São Paulo.
- BUSBY, R. D.; LENHARD, R. J.; ROLSTON, D. E. An investigation of saturation- capillary pressure relations in two and three-fluid systems for several NAPLS in different porous media. **Ground Water**, Dublin, v. 33, n. 4, p. 570-578, July./Aug. 1995.
- CAMARGO, E. C. G.; FELGUEIRAS, C. A.; MONTEIRO, A. M. V. **A importância da modelagem da anisotropia na distribuição espacial de variáveis ambientais utilizando procedimentos geoestatísticos**. In: X SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO (SBSR), Paraná, 2001. *Resumos...* São Paulo: INPE, 2001. p.395-402. Disponível em: <<http://marte.dpi.inpe.br/col/dpi.inpe.br/lise/2001/09.14.15.14/doc/0395.402.280.pdf>>. Acesso em: mar.2006.
- CHATZIS, I.; DULLIEN, F. A. L. Dynamic immiscible displacement mechanisms in pore douplets: theory versus experiment. **Journal of Colloid and Interface Science**, New York, v. 91, n. 1, p. 199-222, Jan. 1983.
- COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL. **Cadastro de áreas contaminadas**. Banco de Dados. desenvolvido pela Cetesb. São Paulo, 2004. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/Solo/areas_contaminadas/cadastro.asp>. Acesso em: jan. 2005- jun. 2006.
- COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL. **Ações corretivas baseadas em risco (ACBR) aplicadas a áreas contaminadas com hidrocarbonetos derivados de petróleo e outros combustíveis líquidos - procedimentos**. Manual de procedimentos desenvolvido pela Cetesb. São Paulo, 2004. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/Ambiente/camaras/texto_ca/documentos/acbr.pdf>. Acesso em: jan. 2005- jun. 2006.
- CONSERVATION OF CLEAN AIR AND WATER IN EUROPE. **VOC emissions from loading gasoline onto sea-going tankers in EU-15: control technology and cost-effectiveness**. Brussels, 2002. (Report, nº 6/02). Disponível em: <<http://www.concawe.be>>. Acesso em: jun. 2005.
- CUNHA, R. C. A. **Avaliação de risco em áreas contaminadas por fontes industriais desativadas**. 1997. 152 f. Tese (Doutorado) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997.

DINARDI, A. L.; FORMAGI, V. M.; CONEGLIAN, C. M. R.; BRITO, N. N.; DRAGONI SOBRINHO, G.; TONSO, S.; PELEGRINI, R. Fitorremediação. In: III FÓRUM DE ESTUDOS CONTÁBEIS, 2003, Limeira. **Anais...** Limeira: Centro Superior de Educação Tecnológica (CESET) e Curso de Tecnologia em Saneamento Ambiental - Laboratório de Pesquisas Ambientais – UNICAMP, 2003. p. 1 – 15.

DULLIEN, F. A. L. **Porous media, fluid transport and pore structure**. 2 ed. San Diego: Academic Press, 1992. 574 p.

EMPRESA METROPOLITANA DE PLANEJAMENTO DA GRANDE SÃO PAULO. **Carta geológica da região metropolitana da Grande São Paulo**. Compilado por José Moacyr Vianna Coutinho. São Paulo, 1980. 1 mapa. Escala 1: 100.000.

ESSENCIS. **Tecnologias de remediação disponíveis**. São Paulo, 200?. Disponível em <http://www.essencis.com.br/serv_udt.asp>. Acesso em: mai. 2006

ESTADOS UNIDOS. Environmental Protection Agency. Technology Transfer. **Site characterization for subsurface remediation**. Washington: US Government Printing Office, 1991. 259 p. (Seminar Publication. EPA/625/4-91/026). Disponível em: <http://www.epa.gov/OUST/cat/sitchasu.pdf>. Acesso em: out. 2005.

FERREIRA, S. B. **Estudos laboratoriais para avaliação do potencial de contaminação de água e do solo por gasolina oxigenada**. 2000. 229 f. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2000.

FERREIRA, S. M. **Relação entre a espessura real e aparente da gasolina com etanol e da gasolina pura em colunas de laboratório**. 2003. 119 f. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

_____; OLIVEIRA, E.; DUARTE, U. Comportamento da gasolina com etanol (E-20) e da gasolina pura após a simulação de um vazamento em colunas de laboratório. **Revista do Instituto de Geociências**, São Paulo, v. 4, p. 91-102, out. 2004.

FETTER, C. W. **Contaminant hidrogeology**. New York: Macmillan Publishing, 1993. 458 p.

FURTADO, M. Remediação de solo – Para afastar o perigo que se esconde nos subterrâneos das grandes cidades, meios legais e econômicos devem fomentar obras de descontaminação. **Revista Química e Derivados**, São Paulo, p. 28-44, mai. 2005. Disponível em: <<http://www.quimica.com.br/revista/qd437/solos1.htm>>. Acesso em: mar. 2006.

GUIAMAI ONLINE. **Guias de ruas e CEP's**. São Paulo, 200?. Disponível em: <<http://www.guiamais.com.br/ruas/?localeUfId=SP&localeCityId=Guarulhos>>. Acesso em: jun. 2006.

HUNTLEY, D.; WALLACE, J. W.; HAWK, R. N. Nonaqueous phase hydrocarbon in a fine-grained sandstone: 2. Effect of local sediment variability on the estimation of hydrocarbon volumes. **Ground Water**, Dublin, v. 32, n. 5, p. 778-783, Sept.-Oct. 1994.

HURTADO, A. L. B. **Variabilidade da condutividade hidráulica do solo em valores fixos de umidade e de potencial matricial**. 2004. 94 f. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

KOCHINA, P. Ë. **Theory of ground water movement**. New Jersey: Princeton University, 1952. 613 p.

LAGREGA, M. D.; BUCKINGHAM, P. L.; EVANS, J. C. **Hazardous waste management**. New York: McGraw-Hill, 1994. 1146 p.

LENHARD, R. J.; PARKER, J.C. Estimation of free hydrocarbon volume from fluid levels in monitoring wells. **Ground Water**, Dublin, v. 28, n. 1, p. 57-67, Jan. 1990.

LOPES, A. G. et al. **Manual de gerenciamento de áreas contaminadas**. São Paulo: CETESB. Atualizado em outubro de 2001. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/Solo/areas_contaminadas/manual.asp>. Acesso em: jan. 2006.

- MAPLINK. **Localize qualquer endereço.** São Paulo, 200?. Disponível em: <<http://maplink.uol.com.br/mapa.asp?aplicativo=sp&comando=mostra%20endereco&endereco=C282045-R.%20Dr.%20Timóteo%20Penteado%202002&legenda=&enderecoape=&rota=Y&maparapido=&municipio=GUARULHOS&bairro=Picanço&gravar=R.%20Dr.%20Timóteo%20Penteado|00&tb=&tbviasql=>>>. Acesso em: jun. 2006.
- MARKER A. et al. Integral approach to contaminated sites management in urban-industrial agglomerates of developing countries-example São Paulo, Brazil. In: INTERNATIONAL FZK/TNO CONFERENCE ON CONTAMINATED SOIL, 5., 1995, Maastricht. **Contaminated soil'95**. New York: Springer, 1995. p. 99-100.
- _____; GÜNTHER M. A.; CUNHA, R. C. A. Contaminated sites and urban ecology in São Paulo, Brazil. In: BREUSTE, J.; FELDMANN, H.; UHLMANN, O. (Ed.). **Urban ecology**. New York: Springer, 1998. p. 446-451.
- _____; CUNHA R. C. A.; GÜNTHER M. A. Avaliação de áreas contaminadas na Região Metropolitana de São Paulo. **Saneamento Ambiental**, São Paulo, v. 4, n. 25, p. 36-39, 1993.
- MARTINS, D. O. **Estudo do controle de emissões de compostos orgânicos voláteis em tanques de armazenamento de produtos químicos**. 2004. 181 f. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica - Departamento de Engenharia Ambiental, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2004.
- MILLER, A. **Remediação de fase livre de gasolina por bombeamento duplo : estudo de caso – São Paulo**. 2001. 133 f. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.
- MOERI, E.; COELHO, R.; MARKER, A. (Ed.). **Remediação e revitalização de áreas contaminadas**. São Paulo: Signus Editora, 2004.
- MORRISON, R.; BOYD, R. Alcanos - Substituição de radicais. In: _____. **Química orgânica**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1973. p. 93-142.
- NEGRÃO, P. Extração de compostos orgânicos voláteis de águas subterrâneas através de *air strippers*. **Clean News**. São Paulo, n. 05, 2002. Disponível em: <http://www.clean.com.br/artigos/cleannews/cleannews5_strippers.pdf>. Acesso em: mar/2006.
- NOBRE, M. M.; NOBRE, R. C. M. Remediação de solos – técnicas alternativa melhoram desempenho. **Revista Química e Derivados**. São Paulo, n. 417, 2003. Disponível em: <<http://www.quimica.com.br/revista/qd417/solo1.htm>>. Acesso em: mar/2006.
- OLIVEIRA, E. **Contaminação de aquíferos por hidrocarbonetos provenientes de vazamentos de tanques de armazenamento subterrâneo**. 1992. 112 f. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1992.
- _____. **Ethanol flushing of gasoline residuals - microscale and field scale experiments**. 1997. 291 f. Tese (Doutorado) - University of Waterloo, Waterloo, 1997.
- _____; BARKER, J.; BANKS, J. Efeitos da variação do nível d'água em fase livre de gasolina pura e de gasolina com etanol. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, 10., São Paulo, 1998. *Resumos...* São Paulo: ABAS, 1998. p.10.
- PENNER, G. C. **Estudos laboratoriais da contaminação do solo por gasolina com o uso de detector de fotoionização**. 2000. 107 f. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2000.
- PEREIRA, M. A. C. **Alteração da espessura da fase livre da gasolina sob ação co-solvente do etanol**. 2000. 85 f. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.
- PREFEITURA DE GUARULHOS. **Portal da cidade de Guarulhos**. 2003. Disponível em: <<http://www.guarulhos.sp.gov.br>>. Acesso em: ago. 2005.

ROCHE, R. **Vamos entender o que é remediação e seus métodos?** Disponível em: <http://www.postoecologico.com.br/artigos2.php?id_artigo=25>. 2006. Acesso em: mai. 2006.

RUSSEL, J. B. Concentração e solubilidade. In: _____. **Química geral**. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1981. p. 347-360.

SÁNCHEZ, L. E. **A desativação de empreendimentos industriais: um estudo sobre o passivo ambiental**. 1998. 178 f. Tese (Livre-Docência) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1998.

_____. Revitalização de Áreas Contaminadas. In: MOERI, E.; COELHO, R.; MARKER, A. (Ed.). **Remediação e revitalização de áreas contaminadas**. São Paulo: Signus Editora, 2004.

SÃO PAULO (Estado). **Região metropolitana de São Paulo**. 2006. Disponível em: <www.stm.sp.gov.br>. Acesso em: mai. 2006.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria do Meio Ambiente. **Resolução SMA nº 5**, de 28 de março de 2001. Dispõe sobre a aplicação e o licenciamento ambiental das fontes de poluição a que se refere a Resolução n. 273, de 29 de novembro de 2000, do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). São Paulo: CETESB. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/licenciamentoo/legislacao/estadual/resolucoes/resolucoes.asp>>. Acesso em: jan. 2005.

SCHENK, T. Desenvolvimento e aplicação de técnicas microbiológicas progressivas para a remediação de contaminantes orgânicos no solo e nas águas subterrâneas. In: MOERI, E.; COELHO, R.; MARKER, A. (Ed.). **Remediação e revitalização de áreas contaminadas**. São Paulo: Signus Editora, 2004.

SILVA, C. C. G. **Otimização de uma unidade de air stripping para remover BTEX de águas residuárias**. 2004. 251 f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Engenharia Química, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2004.

SONG, S. O papel da análise de risco na remediação de áreas contaminadas. In: MOERI, E.; COELHO, R.; MARKER, A. (Ed.). **Remediação e revitalização de áreas contaminadas**. São Paulo: Signus Editora, 2004.

STIER, T. Seguindo as tendências das tecnologias de remediação. Será que às vezes não escolhemos a abordagem errada? In: MOERI, E.; COELHO, R.; MARKER, A. (Ed.). **Remediação e revitalização de áreas contaminadas**. São Paulo: Signus Editora, 2004.

TECHOHIDRO. **Tecnologias**. São Paulo, 2007. Disponível em: <<http://www.techohidro.com.br/tec04.htm>>. Acesso em: mar. 2006.

WINGE, M. (Coord.). **Glossário Geológico Ilustrado**. 2001-2006. Disponível em: <<http://www.unb.br/ig/glossario/verbete/anisotropia.htm>>. Acesso em: mar. 2006.

BOLETINS TÉCNICOS - TEXTOS PUBLICADOS

- BT/PMI/001 - Características Geométricas da Escavação Mecânica em Mineração: Exemplo de Escavadora de Caçamba de Arraste - ANTONIO STELLIN JUNIOR
- BT/PMI/002 - Prospecção Geoquímica Experimental na Ocorrência de Ouro Ta per a Grande - PAULO BELJAVSKIS, HELMUT BORN
- BT/PMI/003 - Estudo de Processo de Dupla Flotação Visando o Beneficiamento do Minério Carbonático de Fosfato de Jacupiranga - JOSÉ RENATO BAPTISTA DE LIMA, EDUARDO CAMILHER DAMASCENO
- BT/PMI/004 - Desenvolvimento de um Equipamento Não-Convencional em Beneficiamento Mineral: A Célula Serrana de Flotação Pneumática - RICARDO NEVES DE OLIVEIRA, EDUARDO CAMILHER DAMASCENO
- BT/PMI/005 - Ajuste de Modelos Empíricos de Operação de Ciclones - HOMERO DELBONI JUNIOR, ARTHUR PINTO CHAVES
- BT/PMI/006 - Contribuição ao Estudo dos Explosivos Permissíveis - AMILTON DOS SANTOS ALMEIDA, WILDOR THEODORO HENNIES
- BT/PMI/007 - Contribuição ao Dimensionamento de Pilares em Minas Subterrâneas de Manganês - LINEU AZUAGA AYRES DA SILVA, ANTONIO STELLIN JUNIOR
- BT/PMI/008 - Exploração Mineral: Conceitos e Papel do Estado - LUIZ AUGUSTO MILANI MARTINS, EDUARDO CAMILHER DAMASCENO
- BT/PMI/009 - Otimização do Projeto de Pátios de Homogeneização Através do Método da Simulação Condicional - FLAVIO MOREIRA FERREIRA, ARTHUR PINTO CHAVES
- BT/PMI/010 - Considerações Gerais sobre Desmonte de Rocha: Análise de Custo - Índice de Produtividade e Otimização da Malha de Perfuração - MARCO ANTONIO REZENDE SILVA, FERNANDO AMOS SIRIANI
- BT/PMI/011 - Aglomeração de Rejeitos de Fabricação de Brita para sua Reciclagem - ARTHUR PINTO CHAVES, BRADDLEY PAUL
- BT/PMI/012 - Método de Dimensionamento de Peneiras para a Classificação Granulométrica de Rochas ou Minérios - FERNANDO AMOS SIRIANI
- BT/PMI/013 - Processo de Beneficiamento para Obtenção de uma Carga Mineral Nobre a partir do Fosfogesso - WALTER VALERY JUNIOR, ARTHUR PINTO CHAVES
- BT/PMI/014 - Estudo da Carboxi-Metil-Celulose como Aglomerante para Pelotização - JOSÉ RENATO BAPTISTA DE LIMA, ARTHUR PINTO CHAVES
- BT/PMI/015 - A Influência do Amido de Milho na Eficiência de Separação Apatita/Minerais de Ganga Via Processo Serrana - LAURINDO DE SALLES LEAL FILHO, ARTHUR PINTO CHAVES
- BT/PMI/016 - Beneficiamento de Criolita Natural - Estado da Arte - HENRIQUE KAHN, ARTHUR PINTO CHAVES
- BT/PMI/017 - Estudo da Variação do Índice Energético Específico - W_i , segundo a Granulometria do Ensaio, Obtida através de um Moimho de Bolas Padrão, em Circuito Fechado - MARIO SHIRO YAMAMOTO, FERNANDO AMOS SIRIANI
- BT/PMI/018 - Fluorita - FERNANDO FUJIMURA, WILDOR THEODORO HENNIES
- BT/PMI/019 - O Aproveitamento de Recursos Minerais: Uma Proposta de Abordagem a Nível Nacional - CELSO PINTO FERRAZ, EDUARDO CAMILHER DAMASCENO
- BT/PMI/020 - Comparação de duas Metodologias - A de Bieniawski e a de Panek, para Dimensionamento de Tirantes em Galerias Subterrâneas de Seção Retangular em Camadas Estratificadas - NESTOR KENJI YOSHIKAWA, LINEU AZUAGA AYRES DA SILVA
- BT/PMI/021 - Caracterização de Maciços Rochosos através de Envoltórios de Resistência por Tratamento E estatístico utilizando Dados de Laboratório do IPT Simulando Condições Geotécnicas do Maciço - NESTOR KENJI YOSHIKAWA, WILDOR THEODORO HENNIES
- BT/PMI/022 - Avaliação de Impactos Ambientais na Mineração de Combustíveis Fósseis Sólidos - GILDA CARNEIRO FERREIRA, ANTONIO STELLIN JUNIOR
- BT/PMI/023 - O Lado Nocivo do Elemento Quartzo no Desgaste Abrasivo de Mandíbula de Britadores - FERNANDO FUJIMURA
- BT/PMI/024 - Conceitos Básicos de Iluminação de Minas Subterrâneas - SÉRGIO MEDICI DE ESTON, WILDOR THEODORO HENNIES
- BT/PMI/025 - Sistema Computadorizado para Ajuste de Balanço de Massas e Metalúrgico - ANTONIO CARLOS NUNES, ARTHUR PINTO CHAVES
- BT/PMI/026 - Caracterização Mineralógica/Tecnológica das Apatitas de alguns Depósitos Brasileiros de Fosfato - SARA LAIS RAHAL LENHARO, HELMUT BORN

- BT/PMI/027 - Classificação de Maciços quanto à Escarificabilidade - GUILHERME DE REZENDE TAMMERIK, EDUARDO CAMILHER DAMASCENO, LINDOLFO SOARES
- BT/PMI/028 - Análise Comparativa de Métodos de Amostragem de Depósitos Auríferos - FÁBIO AUGUSTO DA SILVA SALVADOR, HELMUT BORN
- BT/PMI/029 - Avaliação da Qualidade de Corpos Moedores para o Minério Fosfático de Tapira - MG - GERALDO DA SILVA MAIA, JOSÉ RENATO B. DE LIMA
- BT/PMI/030 - Contribuição ao Estudo da Cominação Inicial à Partir da Malha de Perfuração - MARCO ANTONIO REZENDE SILVA, WILDOR THEODORO HENNIES
- BT/PMI/031 - Análises Químicas na Engenharia Mineral - GIULIANA RATTI, ARTHUR PINTO CHAVES
- BT/PMI/032 - Usos Industriais da Atapulga de Guadalupe (PI) - SALVADOR LUIZ MATOS DE ALMEIDA, ARTHUR PINTO CHAVES
- BT/PMI/033 - Minerais Associados às Apatitas: Análise de sua Influência na Produção de Ácido Fosfórico e Fertilizantes Fosfatados - ROBERTO MATTIOLI SILVA, ANTÔNIO EDUARDO CLARK PERES
- BT/PMI/034 - Beneficiamento dos Caulins do Rio Capim e do Jari - ADÃO BENVINDO DA LUZ, ARTHUR PINTO CHAVES
- BT/PMI/035 - Dimensionamento de Suportes em Vias Subterrâneas - LINEU AZUAGA AYRES DA SILVA, WILDOR THEODORO HENNIES
- BT/PMI/036 - Estudos da Modelagem Matemática da Moagem com Seixos para Talco de Diversas Procedências - MARIO VALENTE POSSA, JOSÉ RENATO BAPTISTA DE LIMA
- BT/PMI/037 - Mecânica de Rochas Aplicada ao Dimensionamento do Sistema de Atirantamento em Minas Subterrâneas - LEONCIO TEÓFILO CARNERO CARNERO
- BT/PMI/038 - Geometria de Minas a Céu Aberto: Fator Crítico de Sucesso da Indústria Mineral - FÁBIO JOSÉ PRATI, ANTÔNIO JOSÉ NAGLE
- BT/PMI/039 - Substituição do Aço por Polímero e Compósitos na Indústria Automobilística do Brasil: Determinantes e Consequências para o Mercado de Minério de Ferro - WILSON TRIGUEIRO DE SOUSA, EDUARDO CAMILHER DAMASCENO, ANTONIO JOSÉ NAGLE
- BT/PMI/040 - Aplicação de uma Metodologia que Simule em Moinho de Laboratório Operações Contínuas de Moagem com Seixos para Talco - REGINA COELI CASSERES CARRISSO, JOSÉ RENATO BAPTISTA DE LIMA
- BT/PMI/041 - A Indústria Extrativa de Rochas Ornamentais no Ceará - FRANCISCO WILSON HOLLANDA VIDAL, ANTONIO STELLIN JÚNIOR
- BT/PMI/042 - A Produção de Fosfato no Brasil: Uma Apreciação Histórica das Condicionantes Envolvidas - GILDO DE A. DE SÁ C. DE ALBUQUERQUE, EDUARDO CAMILHER DAMASCENO
- BT/PMI/043 - Flotação em Coluna - Estado de Arte - JULIO CESAR GUEDES CORREIA, LAURINDO SALLES LEAL FILHO
- BT/PMI/044 - Purificação de Talco do Paraná por Flotação e Alveamento Químico - IVAN FALCÃO PONTES, LAURINDO SALLES LEAL FILHO
- BT/PMI/045 - Pequena Empresa - A Base para o Desenvolvimento da Mineração - GILSON EZEQUIEL FERREIRA, EDUARDO CAMILHER DAMASCENO
- BT/PMI/046 - Máquinas de Flotação - ROGÉRIO CONTATO GUIMARÃES, ANTÔNIO EDUARDO CLARK PERES
- BT/PMI/047 - Aspectos Tecnológicos do Beneficiamento do Carvão de Candiota (RS) - ANTONIO RODRIGUES DE CAMPOS, ARTHUR PINTO CHAVES
- BT/PMI/048 - Efeito das Dimensões de Provetas no Dimensionamento de Espessadores - ELDON AZEVEDO MASINI, ARTHUR PINTO CHAVES
- BT/PMI/049 - Água no Processamento Mineral - RODICA MARIA TEODORESCU SCARLAT, ARTHUR PINTO CHAVES
- BT/PMI/050 - Drenagens Ácidas do Estéril Piiritoso da Mina de Urânio de Poços de Caldas: Interpretação e Implicações Ambientais - VICENTE PAULO DE SOUZA, LUIS ENRIQUE SÁNCHEZ
- BT/PMI/051 - "Caracterização Tecnológica de Minérios Auríferos. Um Estudo de Caso: O Minério Primário da Jazida de Salamangone, AP." - MARIA MANUELA MAIA LÉ TASSINARI, HENRIQUE KAHN
- BT/PMI/052 - Ensino de Engenharia de Minas - WILDOR THEODORO HENNIES
- BT/PMI/053 - Redistribuição de Tensões e Desenvolvimento da Zona Clástica em Túneis Circulares - FERNANDO FUJIMURA
- BT/PMI/054 - Projeto de Barragem para Reservação de Mistos de Minerais Pesados Rejeitados pelo Beneficiamento de Cassiterita na Mina do Pitinga - MARCELO PIMENTEL DE CARVALHO, EDER DE SILVIO, LINDOLFO DE SILVIO
-
- BT/PMI/055 - A Segurança e a Organização do Trabalho em uma Mineração Subterrânea de Carvão da Região de Criciúma - Santa Catarina - DORIVAL BARREIROS, WILDOR THEODORO HENNIES
- BT/PMI/056 - Diagnóstico de Lixiviação para Minérios de Ouro - VANESSA DE MACEDO TORRES, ARTHUR PINTO CHAVES

- BT/PMI/057 - O Estado da Arte em Tratamento de Minérios de Ouro - RONALDO DE MOREIRA HORTA, ARTHUR PINTO CHAVES
- BT/PMI/058 - Vias Subterrâneas em Rocha - Escavação por Explosivos - WILDOR THEODORO HENNIES, LINEU AZUAGA AYRES DA SILVA
- BT/PMI/059 - Aumento da Seletividade na Separação da Fluorita/Calcita/Barita/Apatita por Flotação. Jazida de Mato Preto - PR - MONICA SPECK CASSOLA, ARTHUR PINTO CHAVES
- BT/PMI/060 - Desenvolvimento de Processo para Extração de Gálio do Licor de Bayer por Resinas de Troca - Iônica de Poli (Acrilamidoxima) - WALDEMAR AVRITSCHER, LAURINDO DE SALLES LEAL FILHO
- BT/PMI/061 - Estudo de Aspectos Geomecânicos Aplicados ao Projeto de Minas Subter râneas - EDUARDO CÉSAR SANSONE, LINEU A. AYRES DA SILVA
- BT/PMI/062 - Avaliação da Recuperação de Áreas Degradadas por Mineração na Região Metropolitana de São Paulo - OMAR YAZBEK BITAR, ARTHUR PINTO CHAVES
- BT/PMI/063 - Avaliação Técnica dos Processos de Cianetação/Adsorção da Mina de Fazenda Brasileiro - ÁUREA MARIA DIAS, ARTHUR PINTO CHAVES
- BT/PMI/064 - A Nova Configuração da Indústria de Fertilizantes Fosfatados no Brasil - YARA KULAIF, EDUARDO CAMILHER DAMASCENO
- BT/PMI/065 - Estudos de Flotação em Coluna com Finos de Fosfato da Ultrafertil em Escala Piloto - JOSÉ PEDRO DO NASCIMENTO, LAURINDO DE SALLES LEAL FILHO
- BT/PMI/066 - Flotação da Apatita da Jazida de Tapira - MG - LUIZ A. F. BARROS, LAURINDO DE SALLES LEAL FILHO
- BT/PMI/067 - Minerais Industriais: Conceituação, Importância e Inserção na Economia - FRANCISCO REGO CHAVES FERNANDES, EDUARDO CAMILHER DAMASCENO
- BT/PMI/068 - Atividades Micro-Sísmicas e a Ruptura de Rochas - FERNANDO FUJIMURA
- BT/PMI/069 - Metodologia para Caracterização Tecnológica de Matérias Primas Minerais - LÍLIA MASCARENHAS SANT'AGOSTINO, HENRIQUE KAHN
- BT/PMI/070 - Aplicação de Modelos Numéricos ao Projeto de Escavação por Explosivos de Túneis e Galerias - LUIZ CARLOS RUSILO, LINEU AZUAGA AYRES DA SILVA
- BT/PMI/071 - O Estado da Arte da Cianetação de Minérios Auríferos - ROBERTO GOULART MADEIRA, EDUARDO CAMILHER DAMASCENO
- BT/PMI/072 - Revisão da Indústria Mineral de Titânio - ANTÔNIO HELENO DE OLIVEIRA, EDUARDO CAMILHER DAMASCENO
- BT/PMI/073 - Sistematização de Casos de Instabilidades em Encostas Rochosas no Município de Santos, Através de Nova Metodologia de Avaliação de Estabilidade - NESTOR KENJI YOSHIKAWA, WILDOR THEODORO HENNIES
- BT/PMI/074 - A Minerio-Metalurgia e suas Ligações com a Geologia e suas Engenharias de Minas, Metalúrgica e Química - RICARDO ALVARES DE CAMPOS CORDEIRO, EDUARDO CAMILHER DAMASCENO
- BT/PMI/075 - A Redução da Umidade de Minérios de Ferro com o Emprego de Microondas - FERNANDO LEOPOLDO VON KRÜGER, ANTÔNIO EDUARDO CLARK PERES
- BT/PMI/076 - Estimação de Parâmetros do Modelo Cinético de Moagem - CLÁUDIO FERNANDES, ANTÔNIO EDUARDO CLARK PERES
- BT/PMI/077 - A Bauxita e a Indústria do Alumínio - JOSÉ CRUZ DO CARMO FLÔRES, EDUARDO CAMILHER DAMASCENO
- BT/PMI/078 - Técnicas de Tratamento de Minérios para Reciclagem de Vidro - CLEUSA CRISTINA BUENO MARTHA DE SOUZA, ARTHUR PINTO CHAVES
- BT/PMI/079 - Comparação entre Cylpebs e Bolas na Moagem Secundária da Samarco Mineração - JOAQUIM DONIZETTI DONDA, ANTONIO EDUARDO CLARK PERES
- BT/PMI/080 - Calcários Dolomíticos da Região de Ouro Preto para usos na Metalurgia e como Rochas Ornamentais - MARCÍLIO DIAS DE CARVALHO, PAULO ROBERTO GOMES BRANDÃO
- BT/PMI/081 - Estudo de Reoxidação e Redução de Ferro Contido em Caulins - ADÃO BENVINDO DA LUZ, ARTHUR PINTO CHAVES
- BT/PMI/082 - Recuperação do Gálio Existente no Licor de Bayer de Poços de Caldas por Flotação Iônica: Estudo dos Coletores - ANA MARGARIDA MALHEIRO SANSÃO, LAURINDO DE SALLES LEAL FILHO
- BT/PMI/083 - Contribuição ao Conhecimento de Argilas de Cuba - GUILLERMO RUPERTO MARTÍN CORTÉS, WIL DOR THEODORO HENNIES
- BT/PMI/084 - Determinação da Rugosidade da Superfície de Descontinuidades Rochosas - JOSÉ MARGARIDA DA SILVA, LINEU AZUAGA AYRES DA SILVA
- BT/PMI/085 - Serragens de Granitos para Fins Ornamentais - ANTONIO STELLIN JR
- BT/PMI/086 - Evolução Magmática e Modelo Metalogenético dos Granitos Mineralizados da Região de Pitinga, Amazonas, Brasil - SARA LAIS RAHAL LENHARO, HELMUT BORN

- BT/PMI/087 – Considerações sobre o Dimensionamento de Equipamentos de Carga e Transporte em Mineração a Céu Aberto – IESO DO COUTO COUTINHO, EDUARDO CAMILHER DAMASCENO, GIORGIO FRANCESCO CESARE DE TOMI
- BT/PMI/088 – Tratamento do Minério de Transição de Cobre e Ouro de Igarapé Bahia, Carajás, PA – DACILDO RODRIGUES DE SOUZA, PAULO ROBERTO GOMES BRANDÃO
- BT/PMI/089 – Variáveis que Interferem nos Problemas Ambientais Gerados Durante os Desmontes de Rochas – VALDIR COSTA E SILVA, LINEU AZUAGA AYRES DA SILVA
- BT/PMI/090 – Caracterização Mineralógica do Minério de Cobre e Ouro Secundário de Igarapé Bahia – LUIS RODRIGUES ARMÔA GARCIA, PAULO ROBERTO GOMES BRANDÃO
- BT/PMI/091 – O Topázio na Região de Ouro Preto: Minas do Vermelho e Capão do Lana – JAIR MAZON JÚNIOR, HELMUT BORN
- BT/PMI/092 – A Mineralização Aurífera de Fazenda Brasileiro – BA Aspectos Geológicos e Planejamento de Lavra – MARCO ANTONIO DE MORAES SILVA, HELMUT BORN
- BT/PMI/093 – Estudo dos Mecanismos de Adsorção em Meio Ácido dos Metais Chumbo e Zinco em uma Turfa de Jaconé – RJ – MARIA DIONÍSIA COSTA DOS SANTOS, LAURINDO DE SALLES LEAL FILHO
- BT/PMI/094 – Cartografia de Riscos Geológicos Associados a Escorregamentos no Município de Embu – RMSP – CÉLIA MARIA GARIBLADI, LINDOLFO SOARES
- BT/PMI/095 – Revisão da Teoria para Projeto de Taludes Heterogêneos em Minas a Céu Aberto – FLÁVIO MOREIRA FERREIRA, LINEU AZUAGA AYRES DA SILVA
- BT/PMI/096 – Estratégias para Remediação de um Sítio Contaminada por Metais Pesados: Estudo de Caso – JOSÉ ÂNGELO SEBASTIÃO ARAUJO DOS ANJOS, LUIS ENRIQUE SÁNCHEZ
- BT/PMI/097 – Estudo dos Elementos Abrasivos de Fios Diamantados para a Lavra de Granitos do Ceará – FRANCISCO WILSON HOLLANDA VIDAL, ANTONIO STELLIN JÚNIOR
- BT/PMI/098 – Caracterização Mineralógica do Depósito de Terras no Complexo Alcalino – Carbonatítico de Barra do Itapirapuã (SP/PR) – Área de Detalhe I – Maria de Lourdes Lorenzi, Henrique Kahn
- BT/PMI/099 – Considerações sobre a Seleção de Equipamentos para o Transporte de Minérios – ALEXANDRE DE SANT'ANNA, WILDOR THEODORO HENNIES
- BT/PMI/100 – Desgaste Abrasivo em Britadores de Mandíbulas – NILSON MAR BARTALINI, FERNANDO FUJIMURA
- BT/PMI/101 – Viabilidade do Emprego de Finos de Basalto em Concreto Compactado a Rolo – KLEBER DA SILVA MENDES, LINDOLFO SOARES
- BT/PMI/102 – Sistema Especialista para o Processamento de Minérios de Ouro – VANESSA DE MACEDO TORRES, ARTHUR PINTO CHAVES
- BT/PMI/103 – Desenvolvimento de Eletrodos de Pasta de Carbono Modificados com a Resina Poliamidoxima (ES -346) para a Determinação Potenciométrica de Gálio – MARCO ROGÉRIO BARRIOS, ARTHUR PINTO CHAVES
- BT/PMI/104 – Desenvolvimento de Processo para o Aproveitamento do Feldspato Contido em Finos de Pedreira de Nefelina Sienito – PAULO FERNANDO ALMEIDA BRAGA, LAURINDO DE SALLES LEAL FILHO
- BT/PMI/105 – Os Recursos Minerais e a Economia Internacional: Uma Reavaliação das Teorias – FRANCISCO REGO CHEVES FERNANDES, EDUARDO CAMILHER DAMASCENO
- BT/PMI/106 – Importância dos Aspectos Geológico-Geotécnicos em Obras Implantadas na Serra do Mar – Uma Metodologia de Manutenção Preventiva – ORIOVALDO CUNHA MARTINEZ, FERNANDO FUJIMURA
- BT/PMI/107 – Lixiviação e Adsorção em Fazenda Brasileiro – CVRD: Uma Questão de Produtividade – ÁUREA MARIA DIAS GOMES, ARTHUR PINTO CHAVES
- BT/PMI/108 – Análise Quantitativas por Difração de Raios-X em Engenharia Mineral – Aplicação dos Métodos de Rietveld e do Padrão Interno – GABRIELA CAMPOS-FRONZAGLIA, HENRIQUE KAHN
- BT/PMI/109 – Avaliação das Principais Causas de Acidentes em Barragens de Contenção de Rejeitos Devido a Fatores Geológicos e Geotécnicos – FERNANDO IVAN VÁSQUEZ ARNEZ, LINDOLFO SOARES
- BT/PMI/110 – Problemas Relacionados a Tensões Naturais Durante a Lavra de Rochas Ornamentais – HUGO ANTONIO MERCONCHINI VEGA, LINEU AZUAGA AYRES DA SILVA
- BT/PMI/111 – Sistemas de Classificação na Análise da Estabilidade de Taludes em Maciços Brandos – ANDREA CRISTINA Y. DE MATTOS, LINDOLFO SOARES
- BT/PMI/112 – Metodologia para Amostragem de Material Particulado em Suspensão (MPS) – IVO TORRES DE ALMEIDA, SERGIO MÉDICI DE ESTON
- BT/PMI/113 – Viabilização da Recuperação de Ouro de Minério Primário por Lixiviação em Pilha Mediante o uso de Britadores não Convencionais: Um Estudo de Caso: O Minério Primário da Mina de Almas -Paiol, TO – SALOMÃO SOLINO EVELIN, ARTHUR PINTO CHAVES
- BT/PMI/114 – Aplicação de Aditivos Químicos à Filtragem de Polpas de Minerais – LUIZ GUSTAVO ESTEVES PEREIRA, LAURINDO DE SALLES LEAL FILHO

- BT/PMI/115 – Proposta de Gerenciamento Ambiental de uma Área Degradada nos Municípios de Mauá e Ribeirão Pires – Região Metropolitana de São Paulo – ÁLVARO GUTIERREZ LOPEZ, LUIZ ENRIQUE SÁNCHEZ
- BT/PMI/116 – Experiência de Gerenciamento da Reforma e Adequação de um Moinho de Bolas de 4000 HP para nova Aplicação – AROLDO DUTRA GARCIA, ARTHUR PINTO CHAVES
- BT/PMI/117 – Efeitos da Viscosidade no Processo de Deslamagem com Microciclones em Polpa Não -Newtoniana de Rocha Fosfática – MARIO VALENTE POSSA, JOSÉ RENATO BAPTISTA DE LIMA
- BT/PMI/118 – Caracterização Tecnológica de Depósitos de Cromita da Província de Camagüey, República de Cuba – JULIÁN ANDRÉS MÉNDEZ GARCÉS, HENRIQUE KAHN
- BT/PMI/119 – Garimpo de Ouro no Brasil: Desafios da Legalização – MARIA LAURA TAVEIRA DA MOTA GERALDES DE CARVALHO BARRETO, EDUARDO CAMILHER DAMASCENO
- BT/PMI/120 – Contribuição ao Projeto de Reatores de Ácido Fosfórico para Processamento de Concentrados Apatíticos Brasileiros – ROBERTO MATTIOLI SILVA, EDUARDO CAMILHER DAMASCENO
- BT/PMI/121 – Lixiviação em Pilhas de Minérios Oxidados de Cobre – GEYSA SANTOS DE PONTES PEREIRA, ELDON AZEVEDO MASINI
- BT/PMI/122 – Produção de Agregado como Alternativa para Produtores de Corretivo de Solo da Grande Curitiba – PLÍNIO CRISTIANO CAMBOIM DE OLIVEIRA, ANTÔNIO JOSÉ NAGLE
- BT/PMI/123 – A Competitividade da Mineração Nacional com Ênfase no Minério de Ferro – GILSON EZEQUIEL FERREIRA, EDUARDO CAMILHER DAMASCENO
- BT/PMI/124 – Aplicação de Turfa na Recuperação de Solos de Degradados pela Mineração de Areia – JOSÉ GUILHERME FRANCHI, JOSÉ RENATO BAPTISTA DE LIMA
- BT/PMI/125 – Aproveitamento de Materiais Fosfáticos Marginais para a Produção de Fertilizantes Organo-Fosfatados – CARLOS ALBERTO IKEDA OBA, ARTHUR PINTO CHAVES
- BT/PMI/126 – Abordagem Participativa na Gestão de Recursos Minerais – CARLOS C. PEITER, ROBERTO C. VILLAS BÔAS
- BT/PMI/127 – A Importância dos Condicionantes Geológicos-Geotécnicos na Recuperação de Áreas Degradadas por Lavra de Minas a Céu Aberto – RICARDO DEGUTI DE BARROS SILVA, FERNANDO FUJIMURA
- BT/PMI/128 – Determinação de Indicadores de Impactos Ambientais Cumulativos Decorrentes da Mineração de Areia no Vale do Paraíba Através de Geoprocessamento – EDER LUIZ SANTO, LUIS HENRIQUE SÁNCHEZ
- BT/PMI/129 – Tecnologia de Corte de Rocha Ornamental com Fio Helicoidal – FERNANDO FUJIMURA, ANTONIO STELLIN JÚNIOR
- BT/PMI/130 – Diagnóstico da Degradação do Meio Físico e Proposição de Medidas de Recuperação em Áreas de Mineração Abandonadas na Bacia do Guarapiranga, Região Metropolitana de São Paulo – MARIA MARTA TEIXEIRA VASCONCELOS, LUIS ENRIQUE SANCHEZ
- BT/PMI/131 – A Integração Competitiva do Setor Mineral Brasileiro no Cenário Internacional Estudo de Caso: O Setor de Aços Especiais Inoxidáveis – MANOEL RODRIGUES NEVES, EDUARDO CAMILHER DAMASCENO
- BT/PMI/132 – Contribuição à Implantação de um Novo Pólo de Fertilizantes no Nordeste do Brasil – GILDO DE ARAÚJO SÁ C. DE ALBUQUERQUE, EDUARDO CAMILHER DAMASCENO
- BT/PMI/133 – Metodologia Construtiva do Poço de Produção da Mina Fazenda Brasileiro – LEONCIO TEÓFILO CARNERO CARNERO, FERNANDO FUJIMURA
- BT/PMI/134 – Aproveitamento de Finos Gerados nas Ferragens de Mármore e Granitos – IVAN FALCÃO PONTES, ANTÔNIO STELLIN JÚNIOR
- BT/PMI/135 – Aspectos Hidrodinâmicos na Flotação de Partículas Grossas – WENDEL JOHNSON RODRIGUES, LAURINDO DE SALLES LEAL FILHO
- BT/PMI/136 – Aproveitamento de Rejeitos de Pedreiras de Santo Antônio de Pádua – RJ para Produção de Brita e Areia – SALVADOR LUIZ DE MATOS DE ALMEIDA, LAURINDO DE SALLES LEAL FILHO
- BT/PMI/137 – Análise Crítica do Desenvolvimento de Processos de Cianetação em Tanques Agitados – RINALDO PEDRO NARDI, ARTHUR PINTO CHAVES
- BT/PMI/138 – A Utilização de Finos de Pedreira em Solo-Cimento Ensacado – EDILSON PISSATO, LINDOLFO SOARES
- BT/PMI/139 – Dessulfuração de Finos de Carvão de Santa Catarina por Concentradores Centrífguos – ANTÔNIO RODRIGUES DE CAMPOS, ARTHUR PINTO CHAVES
- BT/PMI/140 – Estereoquímica de Polissacarídeos e sua Influência na Seletividade da Separação Apatita/Calcita por Flotação Aniónica Direta – JULIO CESAR GUEDES CORREIA, LAURINDO DE SALLES LEAL FILHO
- BT/PMI/141 – Avaliação do Desempenho Ambiental – Proposta Metodológica e Diretrizes para Aplicação em Empreendimentos Cíveis e de Mineração – FRANCISCO NOGUEIRA DE JORGE, LINDOLFO SOARES
- BT/PMI/142 – Formação de Barreira Geoquímica para o Abatimento de Drenagens Ácidas de Estéril Piritoso – VICENTE PAULO DE SOUZA, LUIS ENRIQUE SÁNCHEZ

- BT/PMI/143 – Técnicas de Preparação de Areia para uso na Construção Civil – WILLIAM WHITAKER, ARHUR PINTO CHAVES
- BT/PMI/144 – Inovação Tecnológica e Setores da Indústria: O Contexto da Indústria Extrativa e de Transformação Mineral – MARIA HELENA MACHADO ROCHA LIMA, EDUARDO CAMILHER DAMASCENO
- BT/PMI/145 – Determinação e Análise Estatística dos Índices Físicos de Pedras Ornamentais Brasileiras – ANTONIO STELLIN JUNIOR, EDUARDO CESAR SANSONE, MARIA RENATA MACHADO STELLIN
- BT/PMI/146 – Avaliação de Impacto Ambiental de Projetos de Mineração n Estado de São Paulo: A Etapa de Acompanhamento – ELVIRA GABRIELA C. S. DIAS, LUIS E. SÁNCHEZ
- BT/PMI/147 – Contribuição ao Estudo do Corte de Rochas por Jato D'Água Abrasivo – CARLOS TADEU LAUAND, WILDOR THEODORO HENNIES
- BT/PMI/148 – Competitividade na Exploração Mineral – Um Modelo de Avaliação – JOSÉ GUEDES DE ANDRADE, EDUARDO CAMILHER DAMASCENO
- BT/PMI/149 – Caracterização Tecnológica do Depósito de Terras Raras de Catalão I, GO. Áreas: Córrego do Garimpo e Lagoa Seca – MARIA MANUELA MAIA LÉ TASSINARI, HENRIQUE KAHN
- BT/PMI/150 – Contribuição ao Método de Determinação do Índice de Abrasividade de Bond (A. i.) à Luz de Outros Materiais Metálicos – JOSÉ BRUNO NETO, JOSÉ RENATO BAPTISTA DE LIMA
- BT/PMI/151 – Fabricação de Termofosfato Utilizando Fosfogesso – REYNALDO ARBUE PINI, ARTHUR PINTO CHAVES
- BT/PMI/152 – Desenvolvimento de Tecnologia Eletrohidráulica Aplicada a Desmonte de Rochas em Áreas Urbanas – CARLOS MAGNO MUNIZ E SILVA, ANTONIO STELLIN JÚNIOR
- BT/PMI/153 – Novo Método de Caracterização Tecnológica para Cominuição de Minérios – ANA CAROLINA CHIEREGATI, HOMERO DELBONI JUNIOR
- BT/PMI/154 – Desenvolvimento de Processo do Projeto Rocha Sã em Pitinga, AM – EDER DE SILVIO, WILDOR THEODORO HENNIES
- BT/PMI/155 - Aplicação dos Finos Gerados pela Produção de Pedras Britadas Graníticas no Concreto Pré -Misturado em Substituição às Areias Naturais – LIGIA NEVES, JOSÉ RENATO BAPTISTA DE LIMA
- BT/PMI/156 - Técnica de Simulação Numérica de Escavação Subterrânea por Computador - MÁRCIO DELCHIARO NIEBLE, FERNANDO FUJIMURA
- BT/PMI/157 - Jato de Água Abrasivo para Corte e Gravação de Materiais Friáveis – WILDOR THEODORO HENNIES, CARLOS TADEU LAUAND, GUILLERMO RUPERTO MARTÍN CORTÉS
- BT/PMI/158 – Desativação de Empreendimentos Mineiros: Estratégias para Diminuir o Passivo Ambiental – JOSÉ BAPTISTA DE OLIVEIRA JÚNIOR, LUIS ENRIQUE SÁNCHEZ
- BT/PMI/159 – Previsão de Desempenho do Circuito de Moagem SAG da MSF a Partir do Índice de Quebra – FERNANDO KARAM DELBIM, HOMERO DELBONI JUNIOR
- BT/PMI/160 – A Poluição das Águas em Mineração de Calcário – MARCIA ADRIANI JORGE SIQUEIRA, SERGIO MÉDICI DE ESTON
- BT/PMI/161 – Aplicação de Métodos Computacionais no Planejamento para Extração de Rocha Ornamental em Maciços Rochosos – MARCELO FILIPOV, FERNANDO FUJIMURA
- BT/PMI/162 – Proposições para Investigação de Parâmetros Controladores da Contaminação do Subsolo e das Águas Subterrâneas – MARILDA TRESSOLDI, LINDOLFO SOARES
- BT/PMI/163 – Fundamentos Teóricos para a Análise dos Mercados de Matérias-Primas Minerais – YARA KULAIF, JOSÉ RENATO BAPTISTA DE LIMA
- BT/PMI/164 – Análise Comparativa do Desempenho de Ciclones com base em Simulações Prévia e Ensaios em Escala Industrial – FLÁVIO AUGUSTO PESCE STOROLLI, HOMERO DELBONI JR.
- BT/PMI/165 – Flotação de Gálio a Partir do Licor de Bayer – LUIZ PAULO BARBOSA RIBEIRO, LAURINDO DE SALLES LEAL FILHO
- BT/PMI/166 – Avaliação de Técnicas de Instrumentação para o Monitoramento de Deformações nas Escavações Subterrâneas – MOUSTAFA HAMZE GUILART, LINEU AZUAGA AYRES DA SILVA
- BT/PMI/167 – Aplicações do Mapa de ISO-Velocidades – WILSON SIGUEMASA IRAMINA, SÉRGIO MÉDICI DE ESTON
- BT/PMI/168 – Dureza Knoop em Rochas para Revestimento: Correlação com Desgaste Abrasivo – EDUARDO BRANDAU QUITETE, HENRIQUE KAHN
- BT/PMI/169 – Aplicação de Impelidores de Alta Eficiência na Indústria Mineral – SÉRGIO PETER HAUSER, JOSÉ RENATO BAPTISTA DE LIMA
- BT/PMI/170 – Recuperação de Partículas Minerais Finas e Ultrafinas de Cassiterita - PRISCILA CORREIA DE FIGUEIREDO, JOSÉ RENATO BAPTISTA DE LIMA
- BT/PMI/171 – Concentração de Minerais com Jigue Centrifugo Kelsey – JAIME HENRIQUE BARBOSA DA COSTA, HOMERO DELBONI JÚNIOR

- BT/PMI/172 – Caracterização Tecnológica do Carvão das Camadas Barro Branco e Bonito para Fins Energéticos na Região de Criciúma – SC – ROSIMERI VENÂNCIO REDIVO, HENRIQUE KAHN
- BT/PMI/173 – Desenvolvimento de Processo para Produção de Gálio Metálico a Partir do Licor de Bayer da Companhia Brasileira de Alumínio – CBA – WALDEMAR AVRITSCHER, ELDON AZEVEDO MASINI
- BT/PMI/174 – A Influência de Aditivos Químicos na Moagem de Minério de Nióbio – MARCUS VINICIUS PELAIS BENOTI, HOMERO DELBONI JUNIOR
- BT/PMI/175 – Considerações Sobre o Aproveitamento dos Rejeitos de Produção do Carvão Catarinense – CLAUDIO BENETON ZILLI, ELDON AZEVEDO MANSINI
- BT/PMI/176 – Contabilidade Ambiental: Ensaio de Aplicação a uma Empresa Extrativa de Carvão Mineral – SERGIO BRUCHCHEN, LUIS ENRIQUE SÁNCHEZ
- BT/PMI/177 – Análise de Parâmetros do Monitoramento Ambiental da Mina do Trevo – Siderópolis – SC – CLEUSA CREPALDI, SERGIO MÉDICI DE ESTON
- BT/PMI/178 – Avaliação da Eficiência de uma Zona Alagadiça (Wetland) no Controle dos Metais Chumbo, Cádmio, Cobre e Zinco: O Caso da Metalurgia da Plumbum em Santo Amaro da Purificação/BA – JOSÉ ÂNGELO SEBASTIÃO ARAÚJO DOS ANJOS, LUIS ENRIQUE SÁNCHEZ
- BT/PMI/179 – Caracterização Tecnológica de Produtos de Beneficiamento de Minério de Ni-Cu-Co de Fortaleza de Minas, MG – ELIANA SATIKO MANO, HENRIQUE KAHN
- BT/PMI/180 – A Importância dos Fatores Ambientais na Reutilização de Imóveis Industriais em São Paulo – ANNA CAROLINA MARQUES AYRES DA SILVA, LUIS ENRIQUE SÁNCHEZ
- BT/PMI/181 – Medições do Material Particulado em Chaminé e das Partículas Totais em Suspensão no Ar Ambiente: O Caso da Empresa Colorminas – MARCOS BIANCHINI, SÉRGIO MÉDICI DE ESTON
- BT/PMI/182 – Implantação de Modelos de Gestão para a Segurança e Saúde no Trabalho Mineral – CRISTIANE QUEIROZ BARBEIRO LIMA, SÉRGIO MÉDICI DE ESTON
- BT/PMI/183 – Gestão da Segurança e Saúde no Trabalho: Estudo de um Modelo Sistêmico para as Organizações do Setor Mineral – DORIVAL BARREIROS, SÉRGIO MÉDICI DE ESTON
- BT/PMI/184 – Contribuição ao Estudo de Ruptura de Taludes em Barragens de Contenção de Rejeitos Devido ao Desenvolvimento de Subpressões – GERSON RIBEIRO DE SOUZA JÚNIOR, LINDOLFO SOARES
- BT/PMI/185 – Estabilidade de Taludes: O Papel da Proteção Superficial – FÁBIO CANZIAN, LINDOLFO SOARES
- BT/PMI/186 – Utilização de uma Água Residuária da Extrusão de Alumínio na Neutralização de Efluentes Ácidos da Mineração de Carvão – JULIANO NATAL, LAURINDO DE SALLES LEAL FILHO
- BT/PMI/187 – Aplicação da Realidade Virtual no Planejamento de Lavra – RICARDO CABRAL DE AZEVEDO, GIORGIO FRANCISCO CESARE DE TOMI
- BT/PMI/188 – Influência da Composição Química da Água no Desempenho da Flotação de Fluorita com Ácidos Graxos – VALMIR MACHADO, LAURINDO DE SALLES LEAL FILHO
- BT/PMI/189 – Retrospectiva Histórica, Diagnóstico e Possibilidades da Mineração de Carvão na Região de Criciúma – SALOMÃO ROMAN DA SILVEIRA, EDUARDO CAMILHER DAMASCENO
- BT/PMI/190 – Determinação e Análise Estatística de Propriedades Tecnológicas de Pedras Ornamentais Brasileiras – EDUARDO CÉSAR SANSONE, ANTONIO STELLIN JÚNIOR, MARIA RENATA STELLIN
- BT/PMI/191 – Avaliação do Emprego de Filito como Carga em Plastisol – ALCIDIO PINHEIRO RIBEIRO, LINDOLFO SOARES
- BT/PMI/192 – Caracterização Tecnológica e Mineralógica do Minério de Fosfato de Salitre, MG – ANDRÉ BORGES BRAZ, HENRIQUE KAHN
- BT/PMI/193 – Avaliação Econômica de Projetos de Mineração, Envolvendo Decisões de Investimento sob Condições de Incerteza – JORGE LUIZ FARIA GARCIA, GIORGIO FRANCESCO CESARE DE TOMI
- BT/PMI/194 – Planejamento de Serragem de Rochas Ornamentais – MARIA RENATA MACHADO STELLIN, GIORGIO FRANCESCO CESARE DE TOMI
- BT/PMI/195 – Interação do Software de Mineração com Sistemas ERP – RENATO MASTRELA, GIORGIO FRANCESCO CESARE DE TOMI
- BT/PMI/196 – Controle de Qualidade na Lavra em Minas de Calcário para Cimento – SÍLVIA LÊDA TORRES DE FARIAS, GIORGIO FRANCESCO CESARE DE TOMI
- BT/PMI/197 – Estudo Tecnológico de Materiais Industriais (Caulim) – Caso Cubano – NAELCIO GOMES DE CARVALHO, ARTHUR PINTO CHAVES
- BT/PMI/198 – Métodos de Corte de Rochas com Jato de Água Abrasivo – GUILLERMO RUPERTO MARTÍN CORTÉS, WILDOR THEODORO HENNIES
- BT/PMI/199 – Caracterização Tecnológica do Fosfogesso Gerado na Produção de Ácido Fosfórico – ROSANA MARIA DE MACEDO BORGES, JOSÉ RENATO BAPTISTA DE LIMA

- BT/PMI/200 – Estudo da Influência da Densidade de Partículas no Desempenho de Ciclone – RAMON LINSINI FINKIE, HOMERO DELBONI JUNIOR
- BT/PMI/201 – Caracterização Tecnológica do Quartzito Friável de Itutinga. MG, com Vista à Produção de Carvão de Silício (Sic) – ARTHUR JARBAS CARDOSO DA SILVA, HENRIQUE KAHN
- BT/PMI/202 – Avaliação da Poeira de Silica: Um Estudo de Caso em uma Pedreira na Região Metropolitana de São Paulo – GERRIT GRUENZNER, SÉRGIO MÉDICI DE ESTON
- BT/PMI/203 – Caracterização das Argilas da Bacia do Paraná, no Sul de Santa Catarina, para uso na Fabricação de Pisos Cerâmicos – MÁRCIO LUIZ GEREMIAS, HENRIQUE KANH, DOUGLAS GOUVEA
- BT/PMI/204 – Uma Leitura da Árvore de Causas no Atendimento de Demanda do Poder Judiciário: Um Fluxograma de Antecedentes – LEONIDAS RAMOS PANDAGGIS, SÉRGIO MÉDICI DE ESTON
- BT/PMI/205 – Reabilitação de Ecossistemas Degradados pela Mineração de Carvão a Céu Aberto em Santa Catarina, Brasil – ROBSON DOS SANTOS, LAURINDO DE SALLES LEAL FILHO
- BT/PMI/206 – Uso do Geoprocessamento para a Detecção de Sítios Contaminados – CLAUDOMIRO DOS SANTOS, ARTHUR PINTO CHAVES
- BT/PMI/207 – Aspectos Econômicos do Fechamento de uma Mineração – ANA LUCIA SILVA TAVEIRA, LUIS ENRIQUE SÁNCHEZ
- BT/PMI/208 – Emprego de Cascalho Aluvial como Agregado em Concreto – KLEBER DA SILVA MENDES, LINDOLFO SOARES
- BT/PMI/209 – Caracterização Tecnológica das Areias de Subaúma (Iguape – SP) para Utilização em Concretos – MAURICIO PETTINATO LUCIO, LINDOLFO SOARES
- BT/PMI/210 – Uso de Finos de Pedreira no Preparo de Argamassas de Assentamento – LIZ ZANCHETTA D'AGOSTINO, LINDOLFO SOARES
- BT/PMI/211 – Aspectos Estereoquímicos da Interação entre Apatita e Moléculas de Amido e sua Influência na Flotação - MARISA MARTINS, LAURINDO DE SALLES LEAL FILHO
- BT/PMI/212 – Tratamento de Efluentes Ácidos de Mina por Neutralização e Remoção de Metais – CARLYLE TORRES BEZERRA DE MENEZES, LAURINDO DE SALLES LEAL FILHO
- BT/PMI/213 – Aplicação de *Softwares* de Mineração no Planejamento de Lavra de Pedreiras de Agregados para a Construção Civil – OSWALDO MENTA SIMONSEN NICO, GIORGIO FRANCESCO CESARE DE TOMI
- BT/PMI/214 – Comparação de Desempenho de Aglomerante Orgânico em Relação à Bentonita na Operação de Pelotização de Concentrados de Minério de Ferro Brasileiros de Diversas Procedências – SANDRA LUCIA DE MORAES, JOSÉ RENATO BAPTISTA DE LIMA
- BT/PMI/215 - Implantação de Controle de Qualidade na Lavra de Matérias Primas para a Indústria Refratária – Aplicação em uma Mina em Atividade – ANDERSON SOUSA SALIM, GIORGIO FRANCESCO CESARE DE TOMI
- BT/PMI/216 – Moldagem não Convencional de Corpos-de-Prova de Solos – LILZA MARA BOSCHESI MAZUQUI, WILDOR THEODORO HENNIES
- BT/PMI/217 – Engenharia da Qualidade na Mineração: Modelo de Controle Estatístico de Processo para Brita e Areia Industrial – AMILTON DOS SANTOS ALMEIDA, WILDOR THEODORO HENNIES
- BT/PMI/218 – Gestão de Passivos Ambientais Associados a Escorregamentos em Rodovias: Contribuições ao Cenário Metodológico – CÉLIA MARIA GARIBALDI, LINDOLFO SOARES
- BT/PMI/219 – Avaliação do Programa de Proteção Respiratória em uma Mina Subterrânea de Ouro – ANTONIO VLADIMIR VIEIRA, SÉRGIO MÉDICI DE ESTON
- BT/PMI/220 – Sequenciamento Otimizado de Lavra por Blendagem para Jazidas de Calcário – DANIEL DA SILVEIRA CHAUSSON, GIORGIO FRANCESCO CESARE DE TOMI
- BT/PMI/221 – Avaliação de Barragens de Rejeitos Através de Modelos Reduzidos – FERNANDO IVAN VÁSQUEZ ARNEZ, LINDOLFO SOARES
- BT/PMI/222 – Desempenho Ambiental e Processo de Comunicação: Estudo de Caso nos Setores Químico e Petroquímico – LUIZ ANTONIO CHIUMMO, LUIS ENRIQUE SÁNCHEZ
- BT/PMI/223 – Gravação de Rochas Ornamentais com Jato D'Água Abrasivo – VALENA HENNIES LAUAND, ANTONIO STELLIN JUNIOR
- BT/PMI/224 – Avaliação de Métodos Empíricos de Projeto na Lavra Subterrânea: Estudo de Caso da Mina Vazante, Minas Gerais – HUGO ANTONIO MERCONCHINI VEGA, LINEU AZUAGA AYRES DA SILVA
- BT/PMI/225 – Avaliação da Exequibilidade da Utilização das Bactérias *Thiobacillus Ferrooxidans* e *Thiooxidans* para Recuperação de Zinco Contido em Poeiras de Aciaria Elétrica – REGINALDO BRAZ DOS SANTOS, ARTHUR PINTO CHAVES
- BT/PMI/226 – Projeções Ocupacionais e Reestruturação Produtiva na Mineração Paulista – ALEXANDRE DE SANT'ANNA, WILDOR THEODORO HENNIES

- BT/PMI/227 – O Uso de Aminas Graxas e seus Derivados na Flotação de Minérios Brasileiros – EULER ELIAS NEDER, LAURINDO DE SALLES LEAL FILHO
- BT/PMI/228 – Mapa de Ruído como Ferramenta de Diagnóstico do Conforto Acústico da Comunidade – MICHIEL WICHERS SCHRAGE, SÉRGIO MÉDICI DE ESTON
- BT/PMI/229 – Corte de Rochas por Jato D'Água Abrasivo – CARLOS TADEU LAUAND, WILDOR THEODORO HENNIES
- BT/PMI/230 – Mapeamento Geotécnico da Grande João Pessoa – PB – LANUSSE SALIM ROCHA TUMA, LINDOLFO SOARES
- BT/PMI/231 – Tratamento de Efluentes da Drenagem Ácida de Mina de Carvão por Precipitação e Sedimentação – VALMIR ROMAN DA SILVEIRA, ELDON AZEVEDO MASINI
- BT/PMI/232 – Metodologia de Identificação de Perigos e Avaliação de Riscos Ocupacionais - REGINALDO PEDREIRA LAPA, WILSON SIGUEMASA IRAMINA
- BT/PMI/233 – Distribuição da Brita na Cidade de São Paulo - Efeitos das Restrições ao Tráfego de Veículos de Carga - ALBERTO DE BARROS AGUIRRE, WILDOR THEODORO HENNIES
- BT/PMI/234 – Escavação de Rochas com Furos de Grande Diâmetro na Mineração a Céu Aberto - RENAN COLLANTES CANDIA, WILDOR THEODORO HENNIES
- BT/PMI/235 – Correlação entre a Massa Específica de Agregados Reciclados e suas Propriedades Físicas e Microestruturais - CARINA ULSEN, HENRIQUE KAHN
- BT/PMI/236 – Petróleo e Gás na Bacia do Paraná - FRANCISCO DE ASSIS PRADO GALHANO, WILDOR THEODORO HENNIES
- BT/PMI/237 – Exposição Ocupacional à Vibração em Mãos e Braços em Marmorarias no Município de São Paulo: Proposição de Procedimento Alternativo de Medição - IRLON DE ÂNGELO DA CUNHA, SÉRGIO MÉDICI DE ESTON
- BT/PMI/238 – Aplicações de Cargas Minerais em Polímeros - ANTÔNIO BASTOS TORRES LIMA, HENRIQUE KAHN
- BT/PMI/239 – Reconciliação Pró-Ativa em Empreendimentos Mineiros - ANA CAROLINA CHIEREGATI, HOMERO DELBONI JÚNIOR
- BT/PMI/240 – Aplicação de Técnicas Clássicas para Polpas não Floculadas de Dimensionamento de Espessadores Aplicadas a Suspensões de Salmoura e Lodo Biológico - THIAGO CÉSAR DE SOUZA PINTO, JOSÉ RENATO BAPTISTA DE LIMA

