

República Federativa do Brasil  
Ministério de Minas e Energia  
Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais  
Superintendência Regional de Porto Alegre

**PROGRAMA DE INFORMAÇÕES BÁSICAS  
PARA A GESTÃO TERRITORIAL  
DE SANTA CATARINA**

**PROGESC**

**SUBSÍDIOS À AVALIAÇÃO DE ÁREAS POTENCIALMENTE  
FAVORÁVEIS À IMPLANTAÇÃO DE ATERROS SANITÁRIOS NO  
MUNICÍPIO DE LAURO MÜLLER, SC**

*Mauro Jungblut  
Antonio Sílvio Jornada Krebs  
Ana Cláudia Viero*

*PHL  
014593  
2007*



**Série Ordenamento Territorial - Porto Alegre  
Volume 21  
1995**

*Luiz Fernando Fontes de Albuquerque*  
Gerente de Recursos Minerais

*Vitório Orlandi Filho*  
Supervisor Projetos GATE

*Antonio Sílvio Jornada Krebs*  
Coordenador Técnico - CPRM

*Eduardo de Oliveira Nosse*  
Coordenador Técnico - FUCRI/UNESC

*Luís Edmundo Giffoni*  
Editoração

## **EQUIPE TÉCNICA**

SUBSÍDIOS À AVALIAÇÃO DE ÁREAS POTENCIALMENTE FAVORÁVEIS À IMPLANTAÇÃO DE ATERROS SANITÁRIOS NO MUNICÍPIO DE LAURO MÜLLER, SC

### **CPRM**

Geól. Antonio Sílvio J. Krebs - CPRM  
Geól. Ana Cláudia Viero - CPRM

### **NUPEA - FUCRI/UNESC**

Eng. Quím. Eduardo de Oliveira Nosse - FUCRI  
Quím. Nadja Zim Alexandre - FUCRI  
Eng. Quím. Marcos Bianchini - FUCRI  
Eng. Agr. Roberto Recart dos Santos - FUCRI

### **Consultor**

Engº. Civil Mauro Jungblut

### **Colaboradores**

Clair Maria Martinello - FUCRI  
Luiz Rogério Pires - Pref. Mun. Lauro Müller  
José Domingos de Jesus - Col. Walter Holthausen

### **Digitação**

Gualtério Souto Cássia - CPRM

### **Ficha Catalográfica**

J95 Jungblut, Mauro

Subsídios à Avaliação de Áreas Potencialmente Favoráveis à Implantação de Aterros Sanitários no Município de Lauro Müller, SC / Mauro Jungblut; Antonio S.J. Krebs; Ana C. Viero. - Porto Alegre: CPRM, 1995.

1 v.: il. - (Série Ordenamento Territorial - Porto Alegre- v. 21)

"Programa de Informações Básicas para Gestão Territorial de Santa Catarina - PROGESC".

1. Planejamento Territorial Regional - SC

I. Krebs, Antonio S. J.

II. Viero, Ana C.

III. Título

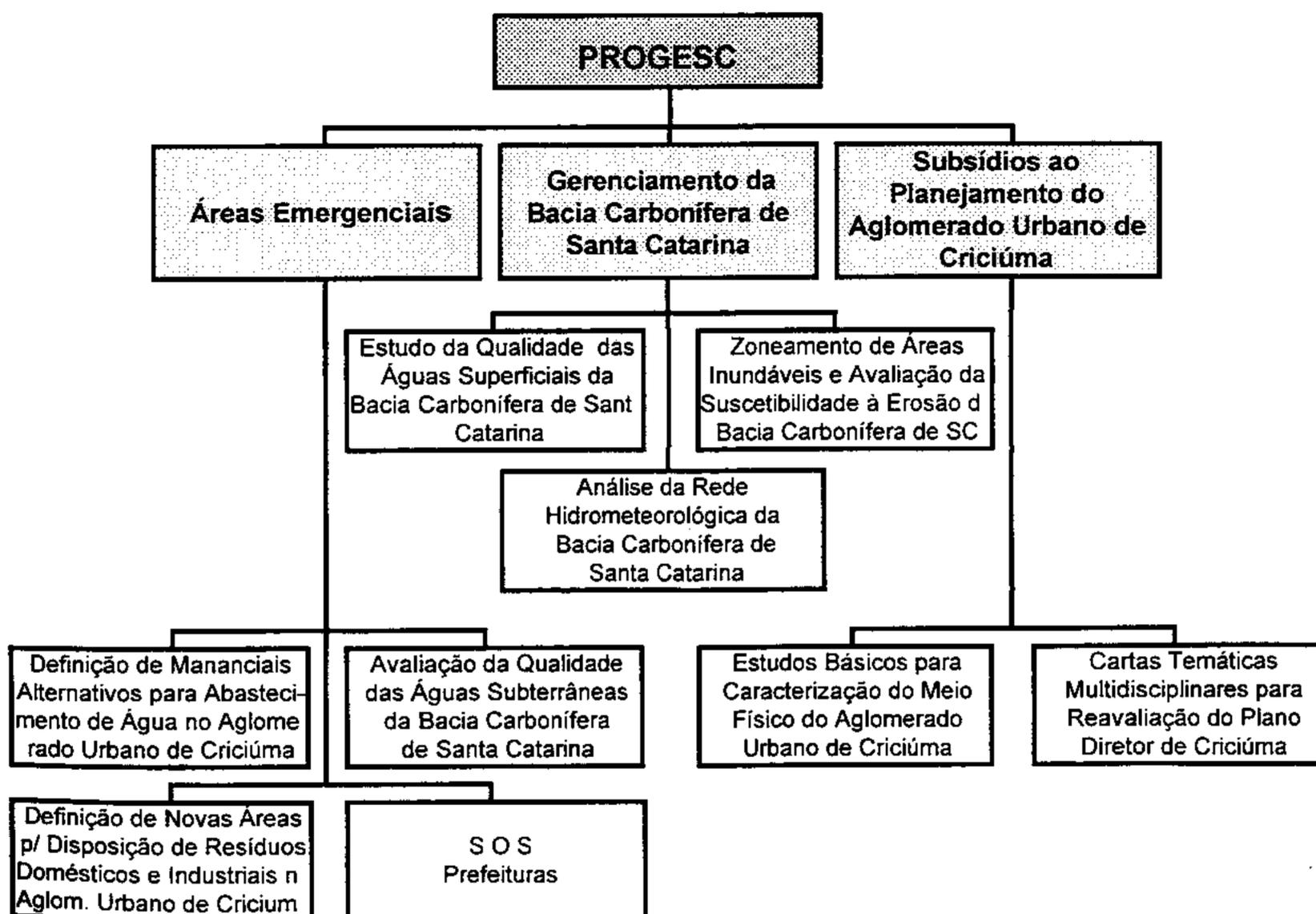
CDU 711.2 (816.4)

**Ilustração da capa:** imagem multiespectral do satélite LANDSAT TM-5, de 01/03/90, abrangendo o litoral sul-catarinense, desde Criciúma, a sudoeste, à Lagoa do Imaruí (Laguna), a nordeste. Cortesia de Selma Mattos Diniz - FATMA.

## O PROGESC

Com o objetivo de incorporar efetivamente as características do meio físico e biótico ao planejamento regional e urbano, a Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM, vem desenvolvendo o **Programa de Informações Básicas para a Gestão Territorial de Santa Catarina - PROGESC**. Este programa é vinculado ao **GATE - PROGRAMA DE INFORMAÇÕES PARA GESTÃO E ADMINISTRAÇÃO TERRITORIAL** da CPRM e está assentado no conhecimento de diferentes atributos do meio físico, e biótico, como declividade, geologia, geomorfologia, pedologia, hidrogeologia e vegetação, entre outros. A correlação deste conhecimento com informações a respeito de atividades antrópicas, como habitação, indústria, mineração, disposição de resíduos e agricultura, gera diferentes documentos, capazes de fundamentar futuras decisões de nível administrativo.

O desenvolvimento do PROGESC se dará segundo três subprogramas, aos quais estão vinculados oito projetos diferenciados:



O presente documento apresenta os resultados da análise de áreas potencialmente favoráveis à implantação de um aterro sanitário no município de Lauro Muller, servindo como subsídio técnico para a seleção da área mais adequada.

Este trabalho constitui um produto da linha de atendimento às administrações municipais, denominada "SOS Prefeituras", vinculada ao subprograma "Áreas Emergenciais", do Programa de Informações Básicas para Gestão Territorial de Santa Catarina - PROGESC.

1 - INTRODUÇÃO.....	1
2 - CARACTERIZAÇÃO DO MUNICÍPIO.....	2
2.1- Características sócio-econômicas do município.....	2
2.2 - Características do meio-físico regional.....	2
3 - ANÁLISE DAS ÁREAS PRÉ-SELECIONADAS.....	3
3.1 - Área I - Boa Vista.....	4
3.2 - Área II - Itanema.....	5
3.3 - Avaliação de aspectos relacionados ao projeto de implantação e operação.....	7
4 - CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	9
5 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	11

## 1 - Introdução

---

A implantação de aterros de resíduos sólidos domésticos é uma atividade geradora de significativos impactos ambientais, associada a um risco potencial de degradação dos recursos naturais das áreas atingidas. Mesmo naquelas áreas já modificadas e degradadas pela ação antrópica, não é justificável a introdução indiscriminada de novas fontes poluidoras, sem o controle e minimização dos seus efeitos.

A amenização destes impactos e a diminuição dos riscos ambientais é tarefa que exige não somente conhecimento técnico adequado dos meios físico e biótico, mas também uma política coerente de gerenciamento de resíduos (lixo). Neste sentido, foi realizada uma avaliação técnica, direcionada para escolha de áreas menos problemáticas à implantação de um aterro sanitário no município de Lauro Müller, Estado de Santa Catarina.

O objetivo deste estudo é a avaliação de aspectos favoráveis ou desfavoráveis a este tipo de atividade, considerando características do meio físico, dados sócio-econômicos e questões de engenharia, diretamente relacionadas à implantação de aterros sanitários. Visa-se a uma avaliação técnica que conduza à correta escolha de uma área para execução do empreendimento, associada à racionalização de custos de implantação e viabilidade de operação do aterro

Este tipo de análise abrangente foi realizado com base nas exigências e recomendações das normas brasileiras, bem como nas informações da bibliografia nacional e internacional, associadas à experiência prática dos executores deste relatório. Entendemos ser esta a abordagem correta para este tipo de avaliação, pois a escolha da área menos problemática não pode estar dissociada da realidade do projeto e de uma futura utilização racional do aterro a ser executado. Analisa-se duas áreas distintas, ambas totalmente degradadas pela mineração de carvão, em zonas não muito distantes do centro urbano e previamente selecionadas pelas autoridades municipais de Lauro Müller. Descreve-se os aspectos sócio-econômicos do município, bem como as características do meio físico em especial, partindo-se de uma descrição regional genérica, até chegar-se aos aspectos específicos do meio físico do possível local de execução do aterro sanitário.

As duas áreas são finalmente comparadas entre si quanto as suas vantagens e desvantagens para o caso específico a que se propõe este estudo, sendo realizadas ainda as recomendações julgadas pertinentes. Nesta comparação, conforme citado anteriormente, levam-se em conta aspectos do meio físico e condicionantes de projeto de um aterro sanitário.

## 2 - Caracterização do Município

### 2.1 Características Sócio-Econômicas

O município de Lauro Müller situa-se no sul do Estado de Santa Catarina, abrangendo uma área de 287 km<sup>2</sup>. A população municipal é de cerca de 14.000 habitantes, sendo que em torno de 60% do total está fixado junto aos núcleos urbanos. A população economicamente ativa é representada por cerca de 20% do total.

A economia do município baseia-se, predominantemente, na mineração de carvão e, em menor escala, de argila. Secundariamente, desenvolvem-se agricultura e pecuária.

A população do município gera, segundo informações da Prefeitura Municipal, 5 toneladas de lixo por dia, coletadas diariamente, de segunda à sexta-feira. A coleta é realizada por 01 caminhão-caçamba que realiza duas viagens diárias.

### 2.2 Características do Meio-Físico Regional

A área abrangida pelo município de Lauro Müller está inserida nas folhas Orleães (SH-22-X-B-I-3) e Bom Jardim da Serra (SH-22-X-A-III-4), na escala 1:50.000, da Diretoria do Serviço Geográfico do Exército.



Figura 1 - Situação do Município de Lauro Müller

As principais características climato-

lógicas do município, localizado em uma zona de transição, são as seguintes:

Clima: úmido

Temperatura média anual: 15 a 19°C

Precipitação média anual: 1.400 a 1.600mm

Insolação Total Anual: 2.000 a 2.400 horas

A drenagem no território municipal é constituída pelos rios Oratório, Rocinha e Palmeiras, seus afluentes e pelo trecho superior do rio Tubarão, que passa junto à sede municipal.

Geomorfologicamente, a área faz parte da Unidade Depressão da Zona Carbonífera Catarinense que integra, em maior extensão, o Domínio Morfoestrutural das Bacias e Coberturas Sedimentares, segundo a Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística -IBGE (1986).

O município situa-se em uma faixa de transição entre o platô da Serra Geral e o relevo mais baixo, em forma de colinas, relacionado à Bacia do Paraná. Devido a esta localização, a geologia do município é composta por rochas vulcânicas da Formação Serra Geral no terço superior e rochas sedimentares das formações Botucatu, Rio do Rasto, Irati, Palermo e Rio Bonito, no terço médio e inferior das encostas dos platôs. Nas áreas mais baixas, correspondentes às planícies aluviais, estão presentes sedimentos recentes de origem fluvial.

Em relação às classes de solo presentes no município, segundo o Atlas de Santa Catarina - GAPLAN (1986), verificam-se solos com perfis mais profundos e desenvolvidos, como os Podzólicos Vermelho-Amarelo e Podzólicos Vermelho-Amarelo Latossólicos, e solos com perfis mais rasos, como os Litólicos e Cambissolos. Ainda segundo a mesma fonte, a vegetação natural no município é formada por Floresta Ombrófila Densa (Mata Atlântica), Submontana até 400m, passando à Montana a partir desta altitude. Já a vegetação antrópica é constituída por agricultura cíclica, reflorestamentos e vegetação secundária.

### 3 - Análise das Áreas

As duas áreas analisadas estão situadas em locais amplamente minerados e recentemente desativados, onde a exploração de carvão gerou um situação de grande desequilíbrio, em especial quanto aos aspectos relacionados à topografia e mananciais hídricos superficiais e subsuperficiais. A **figura 01** apresenta uma localização esquemática

das duas áreas.

Os perfis de solo praticamente inexistem sobre estas áreas e, conseqüentemente, não há desenvolvimento de vegetação. A própria seqüência litológica original foi truncada pelas profundas escavações realizadas, expondo estratos das mais variadas características, os quais são descritos adiante.



**Figura 2** - Localização esquemática das áreas I e II.

Fonte: Folha SH.22-X-B-I-3, Orleães (SC). Escala 1:50.000 (DSG - 1976).

### 3.1 Área I - Boa Vista

A Área I corresponde à frente de lavra de uma antiga exploração de carvão, denominada de Mina Boa Vista, que hoje se encontra exaurida e cuja concessão pertence à Companhia Carbonífera Barro Branco. Situa-se a noroeste da sede municipal, distando desta cerca de 2 km, percorridos em parte por estrada asfaltada e em parte por estrada não pavimentada, com boas condições de trafegabilidade, mesmo em épocas de chuva.

A geomorfologia na região é constituída por morros de forma alongada, sendo que a Área I está situada junto ao topo de um destes morros, cujas maiores altitudes estão em torno de 330m e a mineração desenvolvida entre 296 e 310m. Dentro da área minerada a declividade é alta, predominando uma variação entre 47 e 100%, existindo ainda paredes verticais, devido à escavação do local.

Esta área constitui um divisor de águas que alimenta duas bacias, a do rio Amaral à norte e a do rio Rocinha ao sul. Esta última encontra-se totalmente comprometida pela mineração. A localização da mina no topo do morro, junto à encosta norte, implica a drenagem das águas para a bacia do rio Amaral, cujas nascentes do curso d'água mais próximo distam cerca de 50m.

O regime hídrico do manancial subterrâneo foi alterado pela escavação da mina, sendo possível observar pontos de surgência d'água em meio à massa rochosa, especialmente nas partes fraturadas, devido ao processo de exploração do carvão. Trata-se do aquífero correspondente às rochas areníticas, sobrejacentes à camada de carvão Bonito e à seqüência pelítica impermeável, do membro Paraguaçu. Certamente, o fluxo hídrico daquele aquífero foi comprometido.

A vegetação no entorno da área é constituída por reflorestamento e vegetação secundária e está parcialmente aterrada pela deposição de rejeito.

A geologia é constituída por um espesso pacote rítmico, formado por rochas areníticas e pelíticas, e a camada de carvão Bonito, da base do Membro Siderópolis da Formação Rio Bonito.

A cobertura da camada de carvão é constituída por um perfil de material intemperizado, bastante profundo, com cerca de 10m de espessura. A seguir, ocorre uma seqüência rítmica de 10 a 15m de siltito alterado, cinza-claro, com finas intercalações de arenito. Capeando a camada de carvão, ocorre um espesso pacote de arenito fino a médio, de cor cinza, com pouca matriz argilosa, levemente alterado, friável, poroso e permeável. Localmente, ocorrem intervalos de arenito médio, bastante feldspático. A seqüência superior pelítica apresenta interlaminação areia-silte-argila. As camadas da seqüência arenosa apresentam geometria sigmoidal, com estruturação interna plano-paralela ou acanalada. A direção dos "sets" das sigmoides, bem como o mergulho regional das camadas, é para noroeste, isto é, no sentido da encosta que corresponde à bacia do rio Amaral.

Abaixo da camada de carvão Bonito ocorre outra seqüência pelítica, relacionada ao Membro Paraguaçu. Litologicamente, a seqüência é constituída por uma intercalação rítmica de siltitos e arenitos finos, pouco permeáveis, com espessura superior a 10 metros.

Verifica-se que todo o pacote rochoso aflorante na área apresenta-se bastante fraturado, devido a falhamentos geológicos e às detonações para chocar o capeamento da camada de carvão. Na área específica, destinada à implantação do aterro sanitário, observa-se a existência de uma falha direta, com direção aproximada E-W e mergulho para norte.

Os processos de erosão verificados compreendem erosão laminar e sulcamentos, responsáveis pelo assoreamento das drenagens da bacia do rio Amaral, além do solapamento dos taludes recuperados pela mineradora.

Os trabalhos de mineração provocaram modificações no relevo, resultando em uma imensa cava que ocupa o terço superior da encosta norte do morro.

A área específica para a disposição do lixo constitui a base da cava minerada, com dimensões aproximadas de 5m de altura, 10m de largura e 100m de extensão. A

area pode ser ampliada, devido às grandes dimensões da mina.

Não existe, atualmente, um sistema de drenagem superficial claramente definido, havendo acúmulo de água em algumas cavas mais profundas e a percolação, pelo interior da massa, de material resultante da escavação. Esta massa de "bota-fora" está disposta de forma desordenada, nas bordas da área minerada, formando grandes montes com altura superior a 10m, muito íngremes e totalmente instáveis. Estes montes são constituídos por material heterogêneo, sob a forma de blocos de arenito e siltito, em meio à matriz areno-argilosa. Possuem alta permeabilidade, em função das próprias características naturais do material escavado e, principalmente, pela disposição aleatória e sem controle de compactação. Alguns locais já apresentam deslizamentos de grandes massas de material, proveniente das escavações, sendo observadas ainda, trincas no topo de alguns taludes, prestes a sofrer o mesmo processo de escorregamento.

Esta área possui alguns fatores favoráveis à implantação do aterro sanitário. Apresenta possibilidades para expansão do aterro, não possui aquífero subjacente, a direção dos ventos é favorável (do centro urbano para o aterro), não estando distante do centro produtor de lixo, o que é economicamente desejável.

Por outro lado, são vários e significativos os aspectos desfavoráveis à sua utilização. A situação geomorfológica da área, localizada no topo de um morro, apesar de estar descaracterizado como tal pela atividade mineira, constitui um impeditivo, não só pelos fortes desníveis, como também por ser considerado de preservação por legislação federal.

Outro aspecto restritivo é o fato das características litológicas e estruturais do local implicarem o risco da drenagem dos efluentes gerados pelo aterro para a bacia do rio Amaral, que se encontra, até o momento, pouco comprometido pela mineração, exceto pelo assoreamento das nascentes dos cursos d'água próximos à área. Necessitar-se-ia de um rígido controle da drenagem de líquidos percolados no caso do uso desta área, evitando a contaminação de nascentes.

A proximidade da área em relação ao centro produtor de lixo, ao mesmo tempo que constitui um aspecto favorável, não é muito adequada em relação aos aspectos sanitários e ambientais, uma vez que está a cerca de 2 km do núcleo urbano.

A análise da situação atual da área revela, ainda, que a execução do projeto de implantação teria custos bem mais elevados que a Área II, tanto na preparação do terreno, como na impermeabilização e operação do aterro.

### 3.2 Área II - Itanema

A Área II, situada na localidade de Itanema, compreende uma extensa área minerada, em grande parte pela Carbonífera Treviso, detentora da concessão da área. Esta área está situada a sudeste da sede municipal, distando da mesma cerca de 7 km, percorridos em parte por estrada asfaltada e em parte por estrada não pavimentada, com boas condições de trafegabilidade durante todo o ano.

Geomorfologicamente, a área corresponde a um relevo suave ondulado, constituído por morros rebaixados, de forma alongada, com encostas convexas, de pequena declividade. Originalmente, as maiores elevações alcançavam até 270m.

A drenagem da área é representada por dois pequenos cursos d'água, tributários, pela margem direita, do rio Palmeiras, cuja bacia hidrográfica encontra-se bastante comprometida pela mineração de carvão.

A vegetação do entorno da Área II constitu-se de pequenas manchas de vegetação secundária e de cultivo, embora grande parte da mesma esteja destituída de cobertura vegetal, devido à atividade mineira.

Atualmente, existe um projeto piloto de recuperação ambiental que monitora o crescimento de espécies exóticas, plantadas diretamente sobre as áreas degradadas, sem a prévia cobertura com solo vegetal.

Do ponto de vista geológico, afloram nas porções mais elevadas rochas pelíticas da Formação Palermo, representadas por uma seqüência rítmica de siltitos cinza-escuro e arenitos finos, cinza-claro, com

laminação plano-paralela ou ondulada. São freqüentes estruturas tipo laminação convoluta, microlaminação cruzada ou bioturbações. Sotopostas a esta seqüência, ocorrem rochas predominantemente areníticas da Formação Rio Bonito. Litologicamente, a unidade é constituída por arenitos claros, finos a médios, com pouca matriz argilosa, porosos e permeáveis. As camadas apresentam espessuras variáveis e geometria tabular ou sigmoidal. As estruturas mais freqüentes são estratificação cruzada, marcas onduladas e "hummocky". O pacote arenoso apresenta uma espessura de 8 metros e intercala pelitos que podem atingir espessuras superiores a 1 metro. Abaixo da seqüência arenosa ocorre um siltito carbonoso cinza-escuro, que corresponde ao alevante da camada de carvão. A camada de carvão Barro Branco apresenta espessura variável em torno de 1,5m. Pela descrição de furos de sondagem, executados pela CPRM na área de Itanema, verifica-se abaixo da camada Barro Branco uma espessa seqüência, predominantemente arenosa, com freqüentes intercalações de siltitos e alguns níveis carbonosos.

Devido ao fato da Área II constituir um local amplamente minerado a céu aberto, existem ali várias opções de locais para a implantação do aterro sanitário. Foram consideradas duas opções: a primeira indicada para a implantação imediata do aterro e a segunda para utilização após o encerramento da vida útil da primeira.

A primeira opção corresponde a uma cava rasa, com cerca de 70m de extensão e 25m de largura, situada na porção inferior de uma colina suavizada. A morfologia do terreno adapta-se à implantação de um aterro sanitário. Após impermeabilização e instalação do sistema de coleta de percolado, o preenchimento do interior da cava pode ser realizado até atingir-se o nível do terreno e, posteriormente, pela construção de novas células sobrepostas à primeira, possibilita-se a restituição da topografia original da

encosta.

O material argiloso necessário para a cobertura e impermeabilização do lixo pode ser retirado de área contígua, onde ocorre uma seqüência pelítica bastante alterada, com perfis de solos bem desenvolvidos. Entretanto, os locais com solos argilosos adequados correspondem a propriedades privadas. A área minerada não possui volumes de solos apropriados disponíveis. A importação de solos de locais de empréstimo parece evidente. Ainda assim, estes materiais a serem empregados na impermeabilização e cobertura final do aterro carecem de ensaios geotécnicos específicos.

A segunda opção corresponde a um extenso corte, realizado pelo equipamento de escavação da mineradora (Marion), na encosta leste do mesmo morro, onde está situada a primeira opção, distando desta cerca de 100m. Após estar esgotada a área da primeira opção, podem ser construídas novas células ao longo deste corte, também procurando restituir a topografia original do terreno.

A Área II apresenta como aspecto restritivo, assim como qualquer área minerada, o fato de que o substrato local foi exposto pela retirada da cobertura superficial. A partir disso, diversos problemas são esperados, como carência de material de empréstimo, risco de contaminação de mananciais hídricos subterrâneos, dificuldades executivas para o projeto de engenharia, tais como movimentos de solo e rocha e estabilização de taludes. Nestes aspectos, a Área I é ainda mais problemática.

A seguir, apresenta-se uma análise comparativa entre as duas áreas, considerando-se critérios estabelecidos por METROPLAN (1993), baseada em recomendações e exigências da Companhia Estadual de Tecnologia e Saneamento Básico do Estado de São Paulo (CETESB) e a normatização brasileira.

CRITÉRIOS RECOMENDADOS		Area I - Boa Vista	Area II - Itanema
<b>Eliminatórios</b>			
- distância do centro produtor de lixo	9 a 20 km	2 km	7 km
- distância da zona urbanizada mais próxima	casa: $\geq 500\text{m}$ núcleo urbano: $\geq 1000\text{m}$	800m 2 km	500m 1 km
- distância dos cursos d'água, banhados, reservas	$\geq 200\text{m}$	50m	100m
- profundidade do lençol freático	$\geq 2\text{m}$	não observado	não observado
- distância de poços	$\geq 200\text{m}$	800m	500m
<b>Seletivos</b>			
- compatibilidade com usos atuais e futuros	-	área minerada não recuperada	área minerada não recuperada
- distância da via rodoviária mais próxima	$\leq 2\text{km}$	500m	100m
- topografia do terreno	preferência para áreas de relevo suavizado	ondulado a forte ondulado	suave ondulado
- disponibilidade do material de empréstimo	distância economicamente viável	1 a 2 km (viável)	1 a 2 km (viável)
- adequação das características do material de empréstimo	solo argilo-arenoso ou areno-argiloso, permeabilidade $\leq 10^{-7}\text{cm/s}$	jazidas próximas com volumes e propriedades geotécnicas a definir	jazidas próximas com volumes e propriedades geotécnicas a definir
- capacidade (vida útil) do terreno	$> 5$ anos	$> 10$ anos	$> 10$ anos
- direção dos ventos	preferentemente sentido área urbanizada-aterro	nordeste área urbana $\rightarrow$ aterro	nordeste área urbana $\rightarrow$ aterro
- cortina vegetal	-	inexistente	inexistente

Tabela 01 - Análise comparativa das Áreas I e II segundo critérios seletivos e eliminatórios

### 3.3 Avaliação de aspectos relacionados ao projeto de implantação e operação

A utilização de áreas mineradas para deposição de resíduos sólidos, ao mesmo tempo que proporciona algumas facilidades operacionais, também apresenta alguns problemas importantes. Conforme descrito anteriormente, as duas áreas analisadas possuem algumas vantagens para o caso da instalação de um aterro sanitário, em especial a Área II - Itanema. Porém, são elevadas as fragilidades e o potencial de degradação no caso da instalação destes aterros.

De acordo com análise prévia, parece-

nos claro a necessidade de implantação de um sistema de impermeabilização eficiente em qualquer um dos locais escolhidos.

O material de empréstimo, constituído por solos argilosos de cor avermelhada, provavelmente deverá ser retirado de áreas próximas, dentro de distâncias economicamente viáveis. O material existente nos locais escavados não é adequado à impermeabilização, devendo ser evitado. Pode-se utilizá-lo para obras de regularização do fundo do aterro ou para cobertura entre camadas de lixo, mas não para cobertura final do aterro. Neste caso, deve-se empregar o mesmo tipo de solo utilizado na impermeabilização de fundo.

Especificamente no caso da Área I, a grande quantidade de "bota-foras", constituídos por blocos e fragmentos de rocha, implica custos bastante significativos na sua preparação.

O líquido percolado do aterro sanitário deve ser captado e conduzido a um poço de recepção, para posterior tratamento ou simples recirculação através do corpo do próprio aterro. Também neste caso a Área II encontra-se topograficamente mais adequada, minimizando custos de execução.

Além do sistema coletor do percolado (chorume), as águas pluviais devem ser desviadas do aterro, evitando o aumento de líquido a ser tratado. A Área I possui uma drenagem pluvial bastante problemática, diferentemente da Área II. O sistema de drenagem de gases, de execução simples e de baixo custo, não apresenta nenhum impeditivo à sua implantação em qualquer uma das situações.

A instalação de poços de monitoramento deve ser prevista, para um acompanhamento adequado da eficiência do sistema de impermeabilização. Neste caso, a Área I exigiria maiores custos de implantação da rede de poços.

A seguir, apresenta-se uma tabela-resumo, com a comparação qualitativa em termos de dificuldades de implantação das diversas etapas de um aterro sanitário nas Áreas I e II. São utilizados os termos B- baixa, M- moderada e A- alta. Observa-se que esta avaliação visa simplesmente uma análise comparativa, em função das condicionantes físicas observadas no local. As dificuldades esperadas não contemplam soluções alternativas em termos de engenharia, nem seus respectivos custos, podendo ser buscadas, para fins de viabilização de execução do aterro, em qualquer uma das áreas, seguindo-se, em ambos os casos, as diretrizes do órgão ambiental fiscalizador.

Componentes do Projeto	Area I-Boa Vista	Area II-Itanema
1.Preparação da área (terraplanagem)	A	B
2.Sistema de impermeabilização do fundo e laterais	A	M
3.Sistema de drenagem do percolado	M	B
4.Sistema de drenagem pluvial	A	B
5.Sistema de tratamento de líquidos percolados	B	B
6.Sistema de drenagem de gases	B	B
7.Sistema de operação	M	B
8.Sistema de monitoramento	M	B

A - alta; M - moderada; B - baixa

**Tabela 02** - Análise comparativa das Áreas I e II com relação aos níveis de dificuldades esperados na execução dos diversos componentes de um aterro sanitário

## 4 - Conclusões e Recomendações

Na avaliação qualitativa das Áreas I e II, visando à definição da viabilidade de implantação de um adequado aterro sanitário para o município de Lauro Müller, concluiu-se que:

- O espaço físico disponível em ambos os locais supre as necessidades do município por período superior a 10 anos;

- A Área I - Boa Vista mostra-se mais problemática nos seguintes aspectos:

- ♦localiza-se em área elevada em relação ao entorno, em zona teoricamente de preservação, com relevo muito acentuado;

- ♦possui grandes quantidades de "bota-foras", dispostos de forma desorganizada e problemática;

- ♦desníveis elevados, com escorregamentos de taludes de material escavado;

- ♦risco potencial elevado de contaminação de água subterrânea e superficial, em especial a bacia do rio Amaral,

- ♦custos de implantação e operação do aterro mais elevados que a Área II;

- ♦carência de material adequado à impermeabilização e cobertura final do aterro.

- A Área II - Itanema, a princípio, não possui problemas mais sérios no caso de sua utilização, o que não isenta o projeto do aterro sanitário da previsão da implantação dos sistemas de impermeabilização; drenagens pluvial, de percolados e de gases; sistema de tratamento do chorume; monitoramento; plano de operação e fechamento, conforme exigências dos órgãos ambientais fiscalizadores e normatização brasileira.

Há necessidade de importação de material de empréstimo para impermeabilização e cobertura do aterro, pois a área possui superfície atual composta por rochas areníticas permeáveis, com falhas e fraturas causadas pelo processo de mineração.

A análise das áreas, frente aos crité-

rios eliminatórios de localização de aterros sanitários, indica que ambas possuem características favoráveis, à exceção da distância mínima de cursos d'água e distância recomendada do centro produtor do lixo. Contudo, o problema de risco de contaminação de cursos d'água próximos, pode ser contornado por um adequado sistema de impermeabilização e separação de águas pluviais e líquidos percolados. Neste caso, Área II mostra-se mais adequada, pois possui uma solução tecnicamente mais simplificada e menos onerosa para este problema. Além disso, o manancial hídrico em volta da Área I é muito mais suscetível à contaminação do que na Área II. Também quanto à distância do centro produtor do lixo, a Área II, apesar de estar um pouco abaixo da distância mínima recomendável, possui uma localização bem mais adequada que a Área I, muito próxima do centro urbano do município.

Os critérios seletivos também recomendam o uso da Área II. A Área I apresenta aspectos topográficos bastante desfavoráveis, os quais estão refletidos nas características morfológicas atuais. Estas características acabam por interferir no processo executivo do aterro sanitário, elevando os níveis de dificuldade previstos, conforme apresentado na tabela 02.

Embasados na análise de ambas as áreas e nas conclusões obtidas durante a realização deste trabalho, podem ser realizadas as seguintes recomendações:

- Avaliação de áreas de material de empréstimo (solo argiloso) nas proximidades da área a ser escolhida;

- Estudo de implantação do aterro em módulos menores, diluindo custos ao longo do tempo;

- Análise de alternativas futuras para o gerenciamento de resíduos no município, como incineração e compostagem, visando a diminuição dos volumes de lixo depositado;

Recomenda-se especialmente a não-utilização destas áreas, bem como de nenhuma outra, como simples depósitos de lixo, pois os prejuízos ambientais serão ainda maiores que aqueles já existentes. O aproveitamento de áreas mineradas para aterros

sanitários é positivo no sentido de recomposição aproximada da paisagem anterior, mas problemática devido à total retirada das camadas superficiais do solo, as quais garantem uma relativa barreira contra a percolação do chorume gerado;

- Consulta ao órgão ambiental fiscalizador, previamente à tomada de decisão sobre a escolha do local de implantação do aterro, visto ser esta uma medida que pode evitar uma série de transtornos e desperdício de capital.

## **5 - Referências Bibliográficas**

---

FUNDAÇÃO DE PLANEJAMENTO METROPOLITANO E REGIONAL (METROPLAN). 1993. **Cr-  
térios para localização de aterros sanitários**. Estudos Metropolitanos, n.2. Porto Alegre

IBGE. 1986. Folha SH.22 Porto Alegre e parte das folhas SH.21 Uruguaiana e SI.22 Lagoa Mirim:  
geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. 1986. Rio de Janeiro :  
IBGE. 796p. 6 mapas. (Levantamento de Recursos Naturais, v.33)

GAPLAN. 1986. **Atlas de Santa Catarina**. Rio de Janeiro. 173p.

---

## **INFORMAÇÕES BÁSICAS PARA A GESTÃO TERRITORIAL - GATE**

Objetivam a criação de produtos relacionados ao meio físico e às gestões ambientais, destinados a subsidiar tecnicamente as decisões dos planejadores e administradores dos diversos tipos de espaços geográficos do território nacional.

As publicações decorrentes dessa linha de atuação da CPRM apontam contribuições das mais diversas áreas do conhecimento ao interesse da ocupação e aproveitamento do meio ambiente, respeitado o condicionamento do meio físico.

Nesse contexto, as publicações foram agrupadas consoante os temas a seguir discriminados:

SÉRIE CARTAS TEMÁTICAS  
SÉRIE DEGRADAÇÃO AMBIENTAL  
SÉRIE DOCUMENTAÇÃO  
SÉRIE ORDENAMENTO TERRITORIAL  
SÉRIE PUBLICAÇÕES ESPECIAIS  
SÉRIE RECURSOS HÍDRICOS  
SÉRIE RECURSOS MINERAIS

### **SÉRIE CARTAS TEMÁTICAS**

#### **Superintendência Regional da CPRM de Belo Horizonte**

- Vol. 01 - Caracterização Geomorfológica - Região de Sete Lagoas - Lagoa Santa - MG. 1994.
- Vol. 02 - Caracterização Pedológica - Região de Sete Lagoas - Lagoa Santa - MG. 1994.
- Vol. 03 - Uso da Terra e Caracterização da Cobertura Vegetacional - Região de Sete Lagoas - Lagoa Santa - MG. 1994.
- Vol. 04 - Dinâmica do Processo Erosivo - Região de Sete Lagoas - Lagoa Santa - MG. 1994.

#### **Superintendência Regional da CPRM de Porto Alegre**

- Vol. 01 - Geomorfologia da Bacia do Rio Gravataí - RS. 1994.
  - Vol. 02 - Pedologia da Bacia do Rio Gravataí - RS. 1994.
  - Vol. 03 - Geologia do Município de Parobé - RS. 1994.
  - Vol. 04 - Geomorfologia do Município de Parobé - RS. 1994.
  - Vol. 05 - Pedologia do Município de Parobé - RS. 1994.
  - Vol. 06 - Cobertura Vegetal do Município de Parobé - RS. 1994.
  - Vol. 07 - Geologia do Município de Estância Velha - RS. 1994.
  - Vol. 08 - Geomorfologia do Município de Estância Velha - RS. 1994.
  - Vol. 09 - Cobertura Vegetal do Município de Estância Velha - RS. 1994.
  - Vol. 10 - Formações Superficiais do Município de Estância Velha - RS. 1994.
  - Vol. 11 - Pedologia do Município de Estância Velha - RS. 1994.
  - Vol. 12 - Vegetação e Uso Atual do Solo do Município de Criciúma - SC. 1994.
  - Vol. 13 - Áreas de Proteção Legal no Município de Criciúma - SC. 1995.
  - Vol. 14 - Pedologia do Município de Criciúma - SC. 1995.
  - Vol. 15 - Vegetação do Município de Xangri-Lá - RS. 1995.
  - Vol. 16 - Cobertura Vegetal do Município de Triunfo - RS. 1995.
  - Vol. 17 - Cobertura Vegetal da Área da Sede do Município de Triunfo - RS. 1995.
  - Vol. 18 - Geologia do Município de Xangri-Lá - RS. 1995.
  - Vol. 19 - Cobertura Vegetal do Município de Eldorado do Sul - RS. 1995.
  - Vol. 20 - Solos do Município de Xangri-Lá - RS. 1995.
-

---

### **Superintendência Regional da CPRM do Recife**

Vol. 01 - Levantamento Gravimétrico da Área Sedimentar de Região Metropolitana do Recife. PE. 1994.

### **SÉRIE DEGRADAÇÃO AMBIENTAL**

#### **Superintendência Regional da CPRM de Porto Alegre**

Vol. 01 - Caracterização da Pluma Poluidora Gerada pelo Depósito Municipal de Lixo de Estância Velha - RS. 1994.

Vol. 02 - Caracterização da Pluma Poluidora Gerada pelo Depósito Municipal de Lixo da Zona Norte de Porto Alegre - RS. 1994.

Vol. 03 - Fontes de Poluição e Degradação Ambiental do Município de Estância Velha - RS. 1994.

Vol. 04 - Catástrofe de Igrejinha - RS. 1994.

Vol. 05 - Catástrofe de Nova Hartz - RS. 1994.

Vol. 06 - Avaliação Geofísica da Pluma Poluidora Gerada por um Depósito de Lodo de Curtume - Estância Velha - RS. 1994.

Vol. 07 - Geofísica Aplicada à Detecção da Contaminação das Águas Subterrâneas no Depósito de Lixo de Alvorada - RS. 1995.

#### **Superintendência Regional da CPRM do Recife**

Vol. 01 - Os Aterros Sanitários e a Poluição das Águas Subterrâneas - Região Metropolitana do Recife. PE. 1994.

#### **Superintendência Regional da CPRM de Belo Horizonte**

Vol. 01 - Espeleologia, Inventário de Cavidades Naturais, Região de Matozinhos, Mocambo - MG. 1994.

### **SÉRIE DOCUMENTAÇÃO**

#### **Superintendência Regional da CPRM de Porto Alegre**

Vol. 01 - Documentação Básica Do Projeto - Estância Velha - RS. 1994.

Vol. 02 - PROTEGER - Sinopse dos Trabalhos Realizados. RS. 1994.

#### **Superintendência Regional da CPRM do Recife**

Vol. 01 - Índice de Informações Cartográficas - Região Metropolitana do Recife - PE. 1994.

#### **Superintendência Regional da CPRM de São Paulo**

Vol. 01 - Índice de Informações Cartográficas - Região Metropolitana de Curitiba - PR. 1994.

Vol. 02 - Subsídios para Caracterização do Meio Físico - Informações Básicas. 1994.

#### **Residência da CPRM de Fortaleza**

Vol. 01 - Índice de Informações Cartográficas - Região Metropolitana de Fortaleza. CE. 1994.

Vol. 02 - Índice de Informações Cartográficas - Região Costeira do Ceará - CE. 1994.

---

---

## **SÉRIE ORDENAMENTO TERRITORIAL**

### **Superintendência Regional da CPRM de Belo Horizonte**

- Vol. 01 - Socioeconomia, Zoneamento Geomorfológico, Geologia, Uso da Terra e Cobertura Vegetal, Caracterização dos Solos e Avaliação da Capacidade de Uso das Terras do Município de Capim Branco - MG. 1994.
- Vol. 02 - Hidrologia (Uso das Águas Subterrâneas), Hidrogeologia (Favorabilidade à Exploração de Água Subterrânea), Geotecnia (Zoneamento Geotécnico), Espeleologia e Declividade do Município de Capim Branco - MG. 1994.
- Vol. 03- Cartografia Geotécnica de Planejamento - Região de Sete Lagoas - Lagoa Santa - MG. 1994
- Vol. 04 - Mapeamento Geológico da Cidade de Sete Lagoas com Vista a Aplicação no Mapeamento Urbano. MG. 1994.

### **Superintendência Regional da CPRM de Porto Alegre**

- Vol. 01 - Diagnóstico Setorial da Região Metropolitana de Porto Alegre - RS. 1994.
- Vol. 02 - Cobertura Vegetal e Ocupação Atual do Solo da Área de Influência da Barragem Olaria Velha e da Bacia do Rio Gravataí - RS. 1994.
- Vol. 03 - Suscetibilidade à Erosão da Bacia do Rio Gravataí - RS. 1994.
- Vol. 04 - Adequação do Uso Agrícola do Solo da Bacia do Rio Gravataí - RS. 1994.
- Vol. 05 - Isodeclividade da Bacia do Rio Gravataí - RS. 1994.
- Vol. 06 - Áreas de Inundação, Alagamento e Banhados da Região Metropolitana de Porto Alegre - RS. 1994.
- Vol. 07 - Isodeclividade do Município de Parobé - RS. 1994.
- Vol. 08 - Suscetibilidade à Erosão do Município de Parobé - RS. 1994.
- Vol. 09 - Áreas com Restrição à Mineração do Município de Parobé - RS. 1994.
- Vol. 10 - Áreas com Maior Favorabilidade à Mineração e Menor Risco Ambiental do Município de Parobé - RS. 1994.
- Vol. 11 - Isodeclividade do Município de Estância Velha - RS. 1994.
- Vol. 12 - Suscetibilidade à Erosão do Município de Estância Velha - RS. 1994.
- Vol. 13 - Uso e Ocupação do Solo do Município de Estância Velha - RS. 1994.
- Vol. 14 - Áreas de Proteção do Município de Estância Velha - RS. 1994.
- Vol. 15 - Áreas Críticas e com Restrições à Ocupação do Município de Estância Velha - RS. 1994.
- Vol. 16 - Adequação do Uso Agrícola do Solo Rural do Município de Estância Velha - RS. 1994.
- Vol. 17 - Uso Recomendado do Solo do Município de Estância Velha - RS. 1994.
- Vol. 18 - Diagnóstico Preliminar dos Aspectos Ambientais do Litoral Norte do Rio Grande do Sul. 1994.
- Vol. 19 - Seleção Preliminar de Áreas para o Futuro Distrito Industrial do Município de Nova Santa Rita - RS. Estudo Geológico-Geotécnico.
- Vol. 20 - Alternativas Locacionais para Áreas Industriais e Tratamento de Esgotos Domésticos do Município de Porto Alegre - RS. Subsídios à Elaboração do Plano Diretor. 1995.
- Vol. 21 - Subsídios à Avaliação de Áreas Potencialmente Favoráveis à Implantação de Aterros Sanitários no Município de Lauro Müller - SC. 1995.
- Vol. 22 - Diagnóstico da Destinação Final dos Resíduos Sólidos Urbanos do Litoral Norte e Médio do Estado do Rio Grande do Sul. 1995.
- Vol. 23 - Áreas de Proteção Legal no Município de Xangri-Lá - RS. 1995

### **Superintendência Regional da CPRM do Recife**

- Vol. 01 - Metodologia para Estudos Neotectônicos Regionais. Caso João Câmara. RN. 1994.

### **Superintendência Regional da CPRM de Salvador**

- Vol. 01 - Parque Nacional da Chapada Diamantina - BA. Informações Básicas do Meio Físico. BA. 1994.
- Vol. 02 - Área de Proteção Ambiental de Mangue Seco. Plano Manejo. BA. 1994.

### **Superintendência Regional da CPRM de São Paulo**

- Vol. 01 - Áreas Naturais sob Proteção - Região Metropolitana de Curitiba - PR. 1994.
  - Vol. 02 - Cartas Temáticas de Planejamento da Região Metropolitana de Curitiba - PR. 1994.
-

---

## **SÉRIE PUBLICAÇÕES ESPECIAIS**

### **Superintendência Regional da CPRM do Recife**

Vol. 01 - Turismo Geocientífico: Uma Viagem no Tempo - PE. 1994.

## **SÉRIE RECURSOS HÍDRICOS**

### **Superintendência Regional da CPRM de Porto Alegre**

Vol. 01 - Potencial Hidrogeológico do Município de Estância Velha - RS. 1994.

Vol. 02 - Monitoramento Hídrico da Bacia do Rio Gravataí - RS. 1994.

Vol. 03 - Potencial Hídrico Subterrâneo do Município de Nova Hartz - RS. 1994.

Vol. 04 - Avaliação Geofísica das Águas Subterrâneas no Balneário de Capão Novo - RS. 1994.

Vol. 05 - Qualidade das Águas Superficiais do Município de Criciúma - SC. 1994.

### **Superintendência Regional da CPRM do Recife**

Vol. 01 - Vulnerabilidade das Águas Subterrâneas da Região Metropolitana do Recife - PE. 1994.

## **SÉRIE RECURSOS MINERAIS**

### **Superintendência Regional da CPRM de Porto Alegre**

Vol. 01 - Potencial Mineral para Não Metálicos do Município de Parobé - RS. 1994.

Vol. 02 - Áreas Mineradas para Carvão - Município de Criciúma - SC. 1994.

Vol. 03 - Potencial Mineral para Não Metálicos do Município de Criciúma - SC. 1994.

### **Superintendência Regional da CPRM do Recife**

Vol. 01 - Insumos Minerais no Sertão do Pajeú: Calcários e Mármore. PE. 1994.

Vol. 02 - A Mineração na Região Metropolitana do Recife. PE. 1994.

Vol. 03 - A Atividade Extrativa Mineral em Jaboatão dos Guararapes. PE. 1994.

### **Residência da CPRM de Fortaleza**

Vol. 01 - Potencial Mineral para Não Metálicos da Região Metropolitana de Fortaleza - CE. 1994.

---

---

## Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais

### **Sede**

SGAN - 603 - Módulo "I" - 1º andar - Cep: 70830.030 -  
Brasília - DF  
Telefones: (061)312-5252 - (061) 223-5253 (PABX)  
Telex: 611355 - Fax: (061) 225-3985

### **Escritório Rio**

Av. Pasteur, 404 - Urca - Cep: 22292.240 -  
Rio de Janeiro - RJ  
Telefones: (021)295-0032 (PABX)  
Telex: 2122685 - 2132525 - Fax: (021) 295-6347

### **Diretoria de Geologia e Recursos Hídricos**

Telefones: (021)295-6647  
Fax: (021) 295-6347

### **Coordenação Nacional do GATE**

Telefone: (021)295-6797 - (021)295-6147  
Fax: (021) 295-6347

### **Centro de Documentação Técnica**

Telefone: (021) 295-5897  
Fax: (021) 295-6347

### **Superintendência Regional de Belém**

Av. Dr. Freitas, 3645 - Marco - Cep: 66095.110 -  
Belém - PA  
Telefones: (091)226-6512 - (091)226-4020 (PABX)  
Telex: 91 1149 - Fax: (091) 246-4020

### **Superintendência Regional de Belo Horizonte**

Av. Brasil, 1731 - Funcionários - Cep: 30140.002 -  
Belo Horizonte - MG  
Telefones: (031) 261-3037 - (031) 261-5977 (PABX)  
Telex: 311011 - Fax: (031) 226-5585

### **Superintendência Regional de Goiânia**

Rua 148, 485 - Setor Marista - Cep: 74170.110 -  
Goiânia - GO  
Telefones: (062) 281-1709 - (062) 281-1522 (PABX)  
Fax: (062) 281-1709

### **Superintendência Regional de Manaus**

Av. Carvalho Leal, 1017- Cachoeirinha-  
Cep: 69065.001 - Manaus - AM  
Telefones: (092) 622-4387 - (092) 622-4723 (PABX)  
Telex: 922265 - Fax: (092) 622-2977

### **Superintendência Regional de Porto Alegre**

Rua Banco da Província, 105 - Cep: 90840.030 -  
Porto Alegre - RS  
Telefones: (051) 233-4643 - (051) 233-7311 (PABX)  
Fax: (051) 233-7772

### **Superintendência Regional de Recife**

Av. Beira Rio, 45 - Madalena - Cep: 50610.100 -  
Recife - PE  
Telefones: (081) 228-2988 - (081) 227-0277 (PABX)  
Telex: 811368 - Fax: (081) 228-2142

### **Superintendência Regional de Salvador**

Av. Ulisses Guimarães, 2862  
Centro Administrativo da Bahia - Cep: 41213.000 -  
Salvador - BA  
Telefone: (071) 371-4005 - (071) 230-9977 (PABX)  
Telex: 711182 - Fax: (071) 371-4005

### **Superintendência Regional de São Paulo**

Rua Domingos de Moraes, 2463 - Vila Mariana  
Cep: 04035.000 - São Paulo - SP  
Telefones: (011) 570-2094 - (011) 549-1133 (PABX)  
Telex: 1123758 - Fax: (011) 549-1565

### **Residência de Fortaleza**

Av. Santos Dumont, 7700 - 4º andar - Papicu -  
Cep: 60150.163 - Fortaleza - CE  
Telefone: (085) 265-1288 (PABX)  
Telex: 851532 - Fax: (085) 265-2212

### **Residência de Porto Velho**

Av. Lauro Sodré, 2561 - Bairro Tanques -  
Cep: 78904.300 - Porto Velho - RO  
Telefone: (069) 223-3284 (PABX)  
Telex: 0692124 - Fax: (069) 221-3465

---