

**PROJETO TECNICO**

**PROJETO DE FITORREMEDIAÇÃO DE ÁREA DEGRADADA PELA  
DISPOSIÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS**



**PREFEITURA MUNICIPAL DE GLORINHA**

MAIO DE 2016

## SUMÁRIO

### INTRODUÇÃO 4

<u>MECANISMOS DE FITORREMEDIAÇÃO</u> .....	5
<u>Fitoextração</u> .....	6
<u>Outros métodos de fitorremediação</u> .....	6
<u>VANTAGENS E DESVANTAGENS DA FITORREMEDIAÇÃO</u> .....	8
<u>PLANTAS FITORREMEIADORAS</u> .....	8
<u>Plantas hiperacumuladoras</u> .....	10
<u>OBJETIVO</u> .....	11
<u>JUSTIFICATIVA</u> .....	11
<u>LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE PROJETO</u> .....	11
<u>ORIGEM DOS DANOS AMBIENTAIS</u> .....	12
<u>Estimativa da quantidade de resíduos depositados</u> .....	13
<u>DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DA ÁREA DO ATERRO</u> .....	14
<u>Diagnóstico do Meio Físico</u> .....	14
Caracterização Geológica e Geomorfológica .....	14
Caracterização Pedológica .....	16
Caracterização Hidrológica e Hidrogeológica .....	17
Características Climáticas da Bacia .....	20
<u>DIAGNÓSTICO DO MEIO BIÓTICO</u> .....	21
<u>Vegetação</u> .....	21
Vegetação na Área de Influência Indireta .....	21
Vegetação na Área de Influencia Direta .....	23
<u>Fauna</u> .....	26
<u>LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DO EMPREENDIMENTO QUANTO A UNIDADES DE</u> <u>CONSERVAÇÃO</u> .....	32
<u>Definições Legais</u> .....	32
<u>A Área de Proteção do Banhado Grande</u> .....	33
<u>CONCEPÇÃO DO PROJETO</u> .....	34
<u>Análise da fase II - investigatória e fase III – confirmatória</u> .....	34

<u>ATIVIDADE PROPOSTA.....</u>	<u>35</u>
<u><b>Fase IV – Fitorremediação - Projeto de recuperação da área degradada por resíduos sólidos urbanos</b></u>	
<u>.....</u>	<u>35</u>
<u>Fitoextração de Cádmio por Girassol .....</u>	<u>36</u>
<u>Barreira hidráulica mediante a utilização de Álamo Negro .....</u>	<u>38</u>
<u>MONITORAMENTO E ANÁLISE DA EFICIENCIA DO SISTEAM IMPLANTADO.....</u>	<u>39</u>
<u>PLACA DE IDENTIFICAÇÃO.....</u>	<u>40</u>
<u>RESPONSÁVEL TÉCNICO PELA ELABORAÇÃO DO PROJETO.....</u>	<u>41</u>
<u>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</u>	<u>42</u>

## INTRODUÇÃO

Os vegetais se adaptam a ambientes extremamente diversos, de forma tão eficaz que poucos lugares são completamente desprovidos de sua presença, sendo que algumas espécies apresentam a capacidade de interagir simbioticamente com diversos organismos, facilitando sua adaptação em solos salinos, ácidos, pobres e ricos em nutrientes ou excessivamente contaminado em elementos químicos como metais pesados.

A fitorremediação se refere ao uso de plantas na descontaminação de solos poluídos, principalmente com metais pesados e poluentes orgânicos, reduzindo seus teores a níveis seguros à saúde humana, além de contribuir na melhoria das características físicas, químicas e biológicas destas áreas.

Na atualidade, o uso desta tecnologia em países desenvolvidos, como os Estados Unidos, Canadá e Alemanha vem se expandido cada vez, seja por sua grande viabilidade técnica e/ou econômica.

De acordo com GLASS (1999) citado por ANDRADE et al., (2007), a fitorremediação no ano de 1999, movimentou valores entre 34 e 58 milhões de dólares, sendo que os Estados Unidos foram os responsáveis pela maior parte deste mercado.

Infelizmente no Brasil, o uso desta tecnologia ainda é desconhecido pela maioria dos profissionais envolvidos na área ambiental, apesar de apresentar condições climáticas e ambientais favoráveis ao desenvolvimento deste processo.

Uma das suas maiores vantagens é o seu baixo custo, porém o tempo que leva para que se observem os resultados pode ser considerada como uma desvantagem, dependendo das perspectivas envolvidas na remediação.

Segundo NOBRE et al. (2003), houve uma redução dos custos de remediação nos últimos 20 anos, como por exemplo, técnicas de extração *ex situ* como a contenção hidráulica, foram sendo substituídas por técnicas de extração *in situ* como a extração de gás de solo e aeração do solo. Posteriormente, essas técnicas de extração *in situ* deram lugar às técnicas de remediação passiva como as barreiras reativas permeáveis.

Como a evolução das tecnologias vem se direcionando para soluções cada vez mais naturais, já há um reconhecimento comprovado de que processos de atenuação natural, como a biorremediação e fitorremediação, podem contribuir de forma

significativa no controle das plumas de contaminação no solo e águas subterrâneas, além de serem economicamente mais viáveis que as outras tecnologias empregadas.

A fitorremediação possui também, como importante característica, sua grande versatilidade, podendo ser utilizada para remediação do meio aquático, ar ou solo, com variantes que dependem dos objetivos a serem atingidos.

## MECANISMOS DE FITORREMEDIAÇÃO

Na fitorremediação, os vegetais podem atuar de forma direta ou indireta na redução e/ou remoção dos contaminantes. Na remediação direta, os compostos são absorvidos e acumulados ou metabolizados nos tecidos, através da mineralização dos mesmos. Na forma indireta, os vegetais extraem contaminantes das águas subterrâneas, reduzindo assim a fonte de contaminação ou quando a presença de plantas propicia meio favorável ao aumento da atividade microbiana, que degrada o contaminante.

Os mecanismos de fitorremediação considerados diretos subdividem-se em fitoextração, fitotransformação e fitovolatilização, e os mecanismos indiretos em fitoestabilização e fitoestimulação (FIGURA 1).

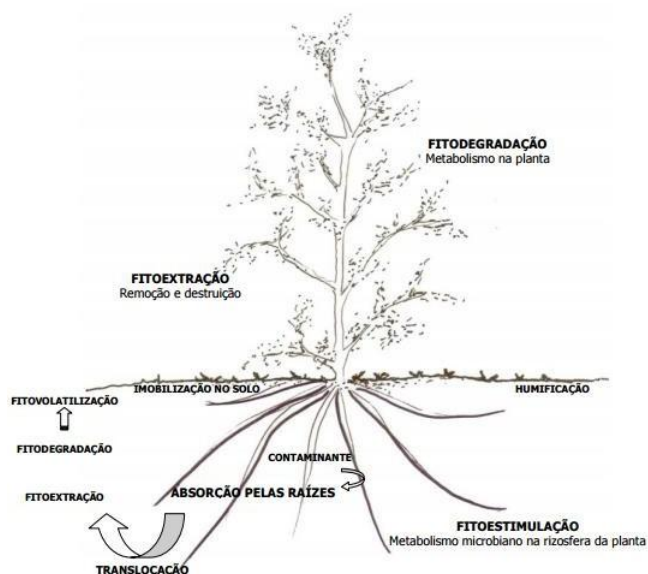


Figura 1. Demonstração dos principais mecanismos de fitorremediação.

Na fitorremediação de metais pesados são usados a fitoextração e a fitovolatilização, como métodos diretos, bem como a fitoestabilização, como método indireto.

É importante ressaltar que um dos fatores considerados limitantes na fitorremediação de metais pesados é a concentração do contaminante no solo e na água presente no solo, isso porque níveis muito elevados podem causar fitotoxidez à planta, ocasionando muitas vezes sua morte.

### Fitoextração

Este mecanismo se refere à capacidade da planta em absorver o contaminante do solo, armazená-lo em suas raízes ou em outros tecidos (folhas e caules), facilitando posteriormente seu descarte.

Estima-se que a fitoextração possa reduzir a concentração de contaminantes a níveis aceitáveis num período de 3 a 20 anos.

Essa técnica vem sendo empregada para metais como Cádmio (Cd), Níquel (Ni), Cobre (Cu), Sódio (Na), Chumbo (Pb), Selênio (Se), entre outros não tão ocorrentes.

Até o ano de 2000, eram conhecidas 400 espécies de plantas acumuladoras pertencentes a 45 famílias diferentes, destacando-se as famílias Brassicacea (B. juncea - mostarda-da-índia, B. napus - canola), Asteraceae (Heliantus annuus - girassol), Euphorbiaceae e Leguminosaea (Medicago sativa - alfafa) (BOSZSOWSKI, 2003).

## Outros métodos de fitorremediação

Outros métodos de fitorremediação podem ser citados, como o controle hidráulico, que utiliza plantas com raízes profundas para bombear e transpirar grandes quantidades de água, evitando o movimento de contaminantes e a percolação de água sobre o contaminante (SCHNOOR, 2002), empregando-se gramíneas e árvores do gênero Populus (USEPA, 2000).

A cobertura vegetal, que propõe aumentar a evapotranspiração da superfície e auxiliar na degradação dos contaminantes, além de conter a erosão e lixiviação, utilizando-se gramíneas e espécies nativas (SCHNOOR, 2002; USEPA, 2000).

A fitoestabilização, que utiliza plantas para reduzir a biodisponibilidade de poluentes no ambiente, imobilizando e estabilizando-os no solo, reduzindo o risco de degradação e lixiviação para a água subterrânea e carreamento pelo vento (GARBUSU e ALKORTA, 2001; SCHNOOR, 2002). As plantas são escolhidas por tolerar as condições da área, controlar a erosão e lixiviação e evitar a translocação para a parte aérea (ACCIOLY e SIQUEIRA, 2000). Utilizando-se Brassica juncea, gramíneas como a Agrostis tenuis e a Festuca rubra, e a soja (Glycine max L.) (USEPA, 2000).

A fitovolatilização utiliza plantas para volatilizar poluentes (como o Hg e o Se) pela folhagem (GARBUSU e ALKORTA, 2001; SCHNOOR, 2002), empregando-se a alfafa (Medicago sativa), a mostarda indiana (Brassica juncea), a canola (Brassica napus) e Populus (USEPA, 2000).

A fitodegradação utiliza as raízes das plantas e seus microrganismos associados, para degradar poluentes orgânicos (GARBUSU e ALKORTA, 2001). Algumas das plantas empregadas são Populus, Betula nigra, Quercus falcata e Salix nigra (USEPA, 2000).

As árvores são as plantas de menor custo na fitorremediação e com o sistema radicular mais massivo, penetrando no solo por vários metros. E em algumas espécies, como as do gênero Populus, a parte aérea pode ser colhida, para a recuperação dos metais, se regenerando posteriormente (GARBUSU e ALKORTA, 2001).

A biorremediação rizosférica é utilizada para uma grande variedade de contaminantes orgânicos, hidrocarbonetos do petróleo, e metais pesados, onde as raízes das plantas estimulam a degradação aeróbia dos contaminantes (SCHNOOR, 2002). Algumas das plantas utilizadas são a alfafa (Medicago sativa), soja (Glycine max L.), menta (Mentha spicata), amora (Morus rubra L.) e o arroz (Oryza sativa L.) (USEPA, 2000).

A rizofiltragem é a adsorção ou precipitação próxima às raízes, ou absorção pelas raízes, de contaminantes presentes em solução ao redor da zona radicular. Algumas das plantas utilizadas são a mostarda indiana (Brassica juncea) e o girassol (Helianthus annuus L.) (USEPA, 2000).

Na fitotransformação os contaminantes são absorvidos pelas plantas e transformados por atividade enzimática (SCHNOOR, 2002).

E na construção de alagados, as plantas fornecem um nincho para que bactérias se desenvolvam e utilizem os nutrientes, degradem os compostos orgânicos, e se liguem ou

precipitem os metais. São utilizados para tratar águas residuárias municipais, industriais e domésticas, utilizando as espécies *Myriophyllum spicatum*, *Potamogeton puzdillus* e *Sagittaria* spp. (SCHNOOR, 2002).

## VANTAGENS E DESVANTAGENS DA FITORREMEDIAÇÃO

No Quadro 1, a seguir, é possível visualizar as vantagens e limitações da utilização da técnica de fitorremediação para a recuperação de áreas degradadas.

Quadro 1. Vantagens e limitações da fitorremediação.

VANTAGENS	LIMITAÇÕES
Usado em grandes áreas, custo é 20 a 50% inferior quando comparado com os demais métodos de recuperação (PEREIRA, 2005).	Os metais devem estar acessíveis às plantas aplicadas (ANSELMO et al., 2005).
As plantas ajudam na conservação do solo (DINARDI et al., 2003)	A concentração das toxinas devem estar dentro dos limites de tolerância da planta utilizada (DINARDI et al., 2003)
Produz a sua própria energia através da fotossíntese (PEREIRA, 2005).	Depende da atividade do elemento na solução do solo. (PEREIRA, 2005).
Boa aceitação pública (DINARDI et al 2003); Maior eficiência ao longo do tempo (ZEITOUNI, 2003).	O tempo para despoluição satisfatória pode ser longo (ANSELMO et al., 2005), sendo ineficiente para contaminantes fortemente adsorvidos (ZEITOUNI, 2003)
Plantas geneticamente modificadas promovem maior eficácia (SCHROEDER, 2003).	As plantas são seletivas aos metais, em altas concentrações a vegetação poderá não se desenvolver (ANSELMO et al., 2005).
Pode fitorremediar mais de um poluente no mesmo local (LAMEGO, 2007)	A metabolização de compostos pode ser mais problemática do que os compostos originais. Podendo se propagar na cadeia alimentar (DINARDI et al., 2003)



## PLANTAS FITORREMEIADORAS

A maioria das plantas fitorremediadoras conhecidas são em sua maioria de clima temperado (ACCIOLY e SIQUEIRA, 2000). Em experimentos de campo para extração contínua de metais, as seguintes culturas foram utilizadas: *Thlaspi caerulescens* e *Raphanus sativus* para Cd, *Silene vulgaris* e *Brassica oleracea* para Zn, *Thlaspi caerulescens* para Ni, *Alyssum lesbiacum* para Cu e *Alyssum murale* para Pb (GARBISU e ALKORTA, 2001). O girassol (*Helianthus annuus* L.) é uma das plantas capazes em absorver seletivamente metais pesados (TAN, 2000). Várias espécies vegetais acumuladoras de metais foram relatadas crescendo em climas moderados da Europa, como *Polygonum sachalinense*, *Thlaspi*, *Alyssum*, *Urtica* ou *Chenopodium* (RULKENS et al., 1995). Outras plantas eficientes em acumular metais são a mostarda, o girassol, o milho, o amendoim e o brócolis, além das culturas apresentadas no Quadro 9. A mostarda, por exemplo, pode absorver 2,2 t ha<sup>-1</sup> plantio<sup>-1</sup> de Pb (ACCIOLY e SIQUEIRA, 2000).

Quadro 2. Exemplos de plantas empregadas na fitorremediação de solos contaminados por metais pesados (ACCIOLY e SIQUEIRA, 2000).

Planta	Contaminante Indicado
<i>Agrostis capillaris</i>	Zn
<i>Agrostis stolonifera</i>	Cu
Ambrósia artemisiifolia	Pb
<i>Azolla pinnata</i>	Pb, Cu, Cd, Fe, Hg
<i>Bacopa monnieri</i> L. Pennell	Cu, Cr, Fe, Mn, Cd, Pb
<i>Brassica juncea</i>	U, Zn, Cd
<i>Brassica napus</i>	Zn, Cd
<i>Brassica rapa</i>	Zn, Cd
<i>Ceratophyllum demersum</i> L.	Cu, Cr, Fe, Mn, Cd, Pb
<i>Eichhornia crassipes</i>	Pb, Cu, Cd, Fe, Hg
<i>Festuca rubra</i>	Zn
<i>Helianthus annuus</i> L.	Metais pesados e U
<i>Hydrocotyle umbellata</i>	Pb, Cu, Cd, Fe, Hg
<i>Hygrophysalis aristata</i>	Cu, Cr, Fe, Mn, Cd, Pb
<i>Lemna minor</i>	Pb, Cu, Cd, Fe, Hg
<i>Lemna polyrrhiza</i>	Zn
<i>Silene cucubalus</i>	Zn
<i>Silene itálica</i> Pers.	Ni, Cd
<i>Spirodela polyrrhiza</i> L.	Cu, Cr, Fe, Mn, Cd, Pb
<i>Thlaspi</i> sp	Metais pesados

## Plantas hiperacumuladoras

São consideradas plantas hiperacumuladoras aquelas capazes de acumular mais de 100 mg kg<sup>-1</sup> de Cd, 1000 mg kg<sup>-1</sup> de Ni, Pb e Cu, ou 10000 mg kg<sup>-1</sup> de Zn e Mn na matéria seca, quando crescem em solos ricos nestes metais (MARQUES et al., 2000; ACCIOLY e SIQUEIRA, 2000). E maiores concentrações de metais na parte aérea do que nas raízes (CHANEY et al., 1997).

Uma planta hiperacumuladora deve possuir as seguintes características: alta taxa de acumulação mesmo em baixas concentrações do contaminante, acumular diversos contaminantes concomitantemente, alta taxa de crescimento e produção de biomassa, resistência a pragas e doenças e tolerância ao contaminante (ACCIOLY e SIQUEIRA, 2000). Considerou-se que o uso de plantas não acumuladoras em comparação com hiperacumuladoras é compensada pela produção de biomassa, mas estas não suportam os altos teores de metais, e sua alta produção de biomassa gera problemas para ser disposta (LASAT, 2000). Como exemplo, as cinzas da biomassa de *Thlaspi caerulescens* contém 20 - 40% de Zn, enquanto que a biomassa de *Zea mays* contém 0,5% de Zn. A maior concentração de metais nas cinzas fornece maior valor ao material a ser reciclado, e menor custo ao material a ser disposto (CHANEY, 1997).

Infelizmente a maioria das plantas hiperacumuladoras é nativa, possui um porte relativamente pequeno, lenta taxa de crescimento, não há tecnologia para seu cultivo em larga escala e suas folhas são arranjadas em rosetas, permanecendo próximas à superfície do solo, tornando mais difícil sua remoção (KABATA-PENDIAS, 1995; GARBISU e ALKORTA, 2001).

Foram identificadas até o momento 400 plantas hiperacumuladoras. A maioria encontrada em áreas contaminadas da Europa, Estados Unidos, Nova Zelândia e Austrália (KHAN et al., 2000). As primeiras plantas hiperacumuladoras caracterizadas eram membras das famílias das Brassicaceae e Fabaceae em clima temperado, sendo representadas pela família das Euphorbiaceae nos trópicos (GARBISU e ALKORTA, 2001).

Plantas hiperacumuladoras também são encontradas nas famílias Asteraceae, Lamiaceae ou Scrophulariaceae. Como por exemplo: mostarda indiana, *Brassica juncea* (para Pb, Cr, Cd, Cu, Ni, Zn, Sr, B e Se), *Thlaspi caerulescens* (para Ni e Zn), girassol (*Helianthus annuus*), tabaco (*Nicotiniana tabacum*), e *Alyssum wulfenianum* (para Ni) (USEPA, 2000).

A *Thlaspi caerulescens*, por exemplo, possui potencial para fitoextrair Cd e Zn. Podendo absorver de uma área contaminada por 2000 kg ha<sup>-1</sup> de Zn; e 20 a 30 kg ha<sup>-1</sup> de Cd; até 125 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de Zn e 2 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de Cd. Em estudo em vasos com a mesma planta, houve acúmulo destes metais em concentrações 10 vezes maiores do que as encontradas no solo (ACCIOLY e SIQUEIRA, 2000).

## OBJETIVO

O presente documento tem como objetivo apresentar ao órgão ambiental competente um Projeto de Remediação de Área Degradada por disposição irregular de resíduos sólidos urbanos no antigo Aterro Municipal de Glorinha, mediante a utilização da técnica de fitorremediação, com o rodízio de cultivo de espécies vegetais fitoestabilizadores e fitoextratoras de metais pesados: Girassol (*Helianthus annuus L.*), família das Compositae, variedade Rumbosol 91; e Álamo Negro (*Populus nigra*), família das [Salicaceae](#).

## JUSTIFICATIVA

A área do antigo aterro municipal do município de Glorinha, sofreu anos com a deposição de resíduos sólidos urbanos de diferentes naturezas. Com a ação de intempéries ao decorrer dos anos somado a uma falta de infraestrutura adequada, ocorreu a degradação desses materiais e geração de lixiviados, acarretando, conseqüentemente, na contaminação das águas subterrâneas e do solo do local.

## LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE PROJETO

A área para a qual foi elaborado o presente Projeto de Recuperação de Área Degradada por disposição inadequada de resíduos sólidos possui uma extensão territorial de, aproximadamente, 24.000,00 m<sup>2</sup>. É de propriedade do Município de Glorinha de acordo com a Escritura Pública nº 4.890, Folha 151, Livro 57, de 21 de Dezembro de 1995.

Coordenadas de localização: Latitude 29° 50' 40,72" S e Longitude 50° 46'19,23" O.

O empreendimento localiza-se na porção norte do município, no Beco dos Castorinos, na Localidade de Rincão São João, com acesso pela Rodovia RS-030. Partindo-se da sede do Município, conduz-se pela RS-030 por 0,2 Km, por acesso asfaltado, manter-se à direita no primeiro entroncamento, em que inicia a estrada não pavimentada, a seguir por mais 0,6 Km; dobra-se a esquerda no segundo entroncamento (coordenadas) e segue-se por mais 4,35 Km, onde novamente dobra-se à direita na esquina do empreendimento, segue-se por cerca de 1,3 Km, chegando-se junto a área objeto do Projeto. A Figura 2 mostra a localização da área e o referido roteiro de acesso.

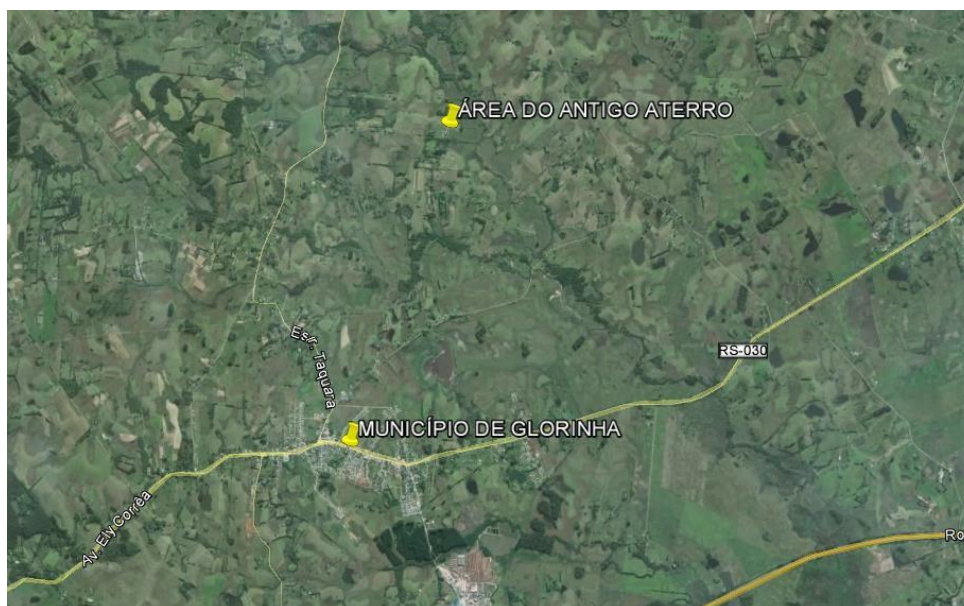


Figura 2. Localização da área degradada por disposição irregular de resíduos sólidos no município de Glorinha.

#### ORIGEM DOS DANOS AMBIENTAIS

O local foi utilizado como Aterro Municipal no período que compreende os anos de 1996 a 2005, e sua operação dava –se de acordo com a Licença de Operação para Aterro Controlado expedida pela Fundação Estadual de Proteção Ambiental – FEPAM – Licença de Operação n° 2.815/ 1996 – DL. Neste período, foram depositados, exclusivamente, os resíduos sólidos urbanos no Município de Glorinha, porém, em relatos contidos nos relatórios técnicos de 2012, constam o depósito de outros materiais como resíduos da construção civil, resíduos eletrônicos, resíduos contaminados entre outros.



Figura 3. Constatação da disposição irregular de resíduos sólidos.

Considerado irregular, em 2005, foi firmado um Termo de Compromisso Ambiental entre o Município de Glorinha e o Ministério Público Estadual, com vistas ao encerramento e recuperação da área degradada pelo depósito irregular de resíduos e áreas adjacentes.

## Estimativa da quantidade de resíduos depositados

Na época de funcionamento do aterro/ lixão, segundo dados obtidos de 2007 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, o município constava de 6.908 habitantes, sendo que 1.285 indivíduos eram residentes da área urbana. Toda o lixo gerado na zona urbana era encaminhado para área em questão.

Desta forma, e utilizando como dado uma geração de resíduos per capita, que fica em torno de 0,7 Kg/Hab./Dia, o município apresentava uma produção diária de resíduos de 889 Kg, correspondente ao perímetro urbano, na época de funcionamento do aterro/ lixão.

Assim, utilizando os anos de funcionamento da unidade, correspondente a 10 anos, e utilizando os dados já descritos, o aterro encontra –se com uma disposição aproximada de 3.283,2 toneladas de resíduos depositados, em uma área estimada de 1,1 hectares.

Quadro. Estimativa na geração de resíduos do perímetro urbano do município de glorinha nos anos de 1996 a 2005.

Quantidade de Resíduos diário = 899,5 Kg/Dia Estimativa para o período de um ano:  899,5 Kg/Dia X 365 Dias = 328.317,5 Kg / Ano = 328,32 ton. / ano Período  Total de Disposição de Resíduos Sólidos Urbanos:  10 anos X 328,32 ton. = <b>3.283,2 toneladas de resíduos.</b>
--

Os procedimentos a serem adotados, que serão descritos neste projeto, conforme normas vigentes e pré-estabelecidas, a área em questão deve ser recuperada, implantando medidas de controle de impactos que possam vir a ocorrer no local em questão

## DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DA ÁREA DO ATERRO

### Diagnóstico do Meio Físico

#### Caracterização Geológica e Geomorfológica

A área objeto do estudo localiza-se dentro do contexto geomorfológico denominado de Depressão Periférica ([Figura 4](#)).

A depressão periférica apresenta-se como uma área rebaixada e estreita, que pode ser caracterizada como um mosaico de fácies deposicionais e feições geomorfológicas correlativas, formadas por sedimentos predominantemente quaternários acumulados por deposição em diversos ambientes.

Suas configurações atuais são em grande parte originadas pelas variações relativas do nível marinho, sendo distribuídas em porções de terras de diversas extensões conhecidas como baixadas que margeiam corpos d'água de grande porte, sendo delimitadas entre os referidos corpos d'água e os contatos com as terras altas formadas por embasamentos rochosos.

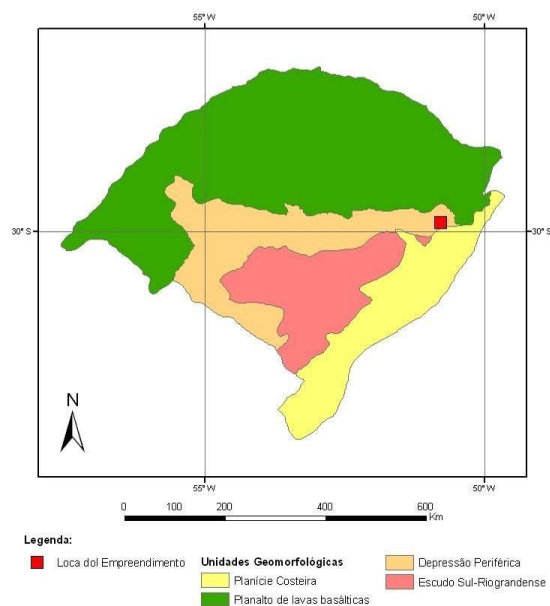


Figura 4: Contexto geomorfológico do local do empreendimento.

Na área objeto do presente Plano de Recuperação não foram observados afloramentos rochosos ou até mesmo de saprolitos, uma vez que a área e seu entorno possuem uma geomorfologia bastante monótona, típica dos Depósitos Quaternários. Na execução das sondagens, foram observados os saprolitos (Figura 5), que se apresentaram com predomínio de areia e coloração alaranjada.



Figura 5. Sondagem ST-01: na parte final da broca perfuratriz, observa-se o saprolito, em tons alaranjados, que impediu o avanço da sondagem.

Atualmente, a configuração topográfica é relativamente suave, tipo colina, exceto junto ao limite Leste, onde observa-se que o talude possui cerca de 10,00 metros de altura. A área encontra-se coberta por gramíneas, diminuindo significativamente a susceptibilidade do solo à erosão.

### Caracterização Pedológica

Conforme o Mapa de Levantamento de Reconhecimento dos Solos do Estado do Rio Grande do Sul, na escala 1:750.000, a região de Glorinha apresenta principalmente uma associação de Argissolos.

Os Argissolos são solos geralmente profundos a muito profundos, apresentando perfil com uma seqüência de horizontes A-Bt-C ou A-E-Bt-C, onde o horizonte B pode ser do tipo B textural, contendo argila de baixa CTC. Por este motivo, são solos que apresentam tipicamente um perfil com gradiente textural, onde o horizonte B é sempre mais argiloso em comparação aos horizontes A ou A+E. Segundo Streck et al. (2002), estes solos podem ter sua origem a partir de basaltos, granitos, arenitos e outros sedimentos.

De uma forma geral, os solos da área apresentam-se não muito profundos, areno argilosos à argilo arenosos, plásticos, com cores variando em tons de marrom, seguidos de saprolito. Também houve identificação do lençol freático em 2 (duas) das 5 (cinco) sondagens realizadas. Nestes pontos, o solo mostra-se com uma característica coloração marrom acinzentada ([Figura 6](#)). Já os pontos que foram recobertos por solo (ST-03 e ST-

05) apresentam-se argilo arenosos em tons de marrom. Nestas sondagens foi verificada a presença dos resíduos depositados ([Figura 7](#)).





Figura 6. Sondagem ST-04, onde observa-se a coloração acinzentada dos intervalos junto ao lençol freático.



Figura 7 Nas duas sondagens realizadas no topo do local do antigo aterro, que foi recoberto por solo; posteriormente houve o plantio de gramíneas; foi observada a presença de diversos plásticos.

### Caracterização Hidrológica e Hidrogeológica

De acordo com o sítio eletrônico da SEMA, a área localiza-se dentro do contexto da Bacia Hidrográfica do Rio Gravataí ([Figura 8](#)).

A Bacia Hidrográfica do Rio Gravataí está situada no leste do Estado do Rio Grande do Sul, e abrange parte da Região Metropolitana de Porto Alegre. É uma das menores do Estado, com

2.293,99 km<sup>2</sup> e está situada integralmente na região denominada de Encosta Inferior do Nordeste, correspondendo a 2,6% da área da Região Hidrográfica do Guaíba, o que inclui, total ou parcialmente, os municípios de Santo Antônio da Patrulha, Taquara, Glorinha, Gravataí, Alvorada, Viamão, Cachoeirinha, Canoas (zona sul) e Porto Alegre (parte da zona norte).

Em sua área de nascente, constituída em parte por vertentes íngremes com até 400 m de altitude, a ocupação é predominantemente agropastoril, inserindo-se apenas as áreas urbanas de Santo Antônio da Patrulha e Glorinha.

As nascentes drenam para o Banhado Grande, que apresenta grande importância ambiental, uma vez que atua como regulador de vazões, possui grande produtividade biológica e constitui refúgio ecológico de diversas espécies.

A bacia hidrográfica do rio Gravataí apresenta duas regiões com características de ocupação distintas, uma com intensa atividade agropecuária onde a principal demanda de água é para as lavouras de arroz, predominantemente no curso superior do rio (região do Banhado Grande), e outra no trecho inferior do rio, com uso urbano e industrial, onde devido à alta densidade populacional a principal demanda de água se dá para o abastecimento doméstico e industrial com uma menor demanda para a agricultura.

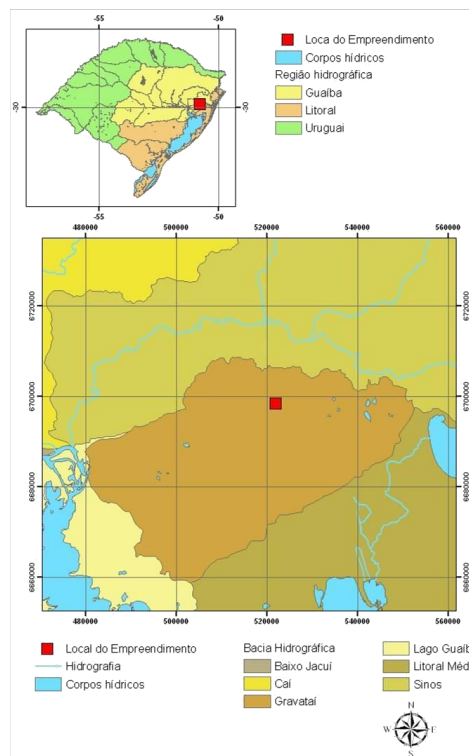


Figura 8. O empreendimento no contexto hidrológico do Rio grande do Sul.

O Rio Gravataí é um rio de planície, de baixa velocidade, sinuoso e com muitos meandros. Ao longo do seu curso, de 34 km, desde o Passo dos Negros até o Delta do Jacuí, a profundidade, a largura e a velocidade da corrente são variáveis, mesmo considerando curtas distâncias. No seu trecho inferior ocorre o fenômeno de inversão de correntes, em função da influência do Delta do Jacuí.

Os efeitos do regime pluviométrico da região sul refletem-se na vazão do Rio Gravataí, determinando um período de cheia no inverno e um de estiagem no verão. Baseados nos dados das vazões medidos pelo DNAEE, no período de 1939 à 1989, na estação de Campo Bom (Rio dos Sinos) definiu-se o período de estiagem (novembro a maio) e o período de chuvas (junho a outubro).

Junto à área objeto deste Projeto de Recuperação de Área Degradada não foi evidenciada nenhuma área de surgência natural ou de curso hídrico. Junto à porção Oeste (demarcado na planialtimetria anexa) há uma área úmida (banhado), que em períodos de grandes precipitações pluviométricas fica bastante visível ([Figura 9](#)). Na área lindeira localizada à Sul ([Figura 10](#)), que se encontra em altimetria mais baixa que a área deste licenciamento, observa a existência de diversos barramentos de água (cerca de cinco). Não foi possível identificar se os barramentos observados são abastecidos por olhos d'água ou por águas pluviais, para o que a topografia é favorável, direcionando todas as águas do pluvial da propriedade lindeira e de outras.



Figura 9. Área úmida na porção oeste da área.



Figura 10. Barramentos localizados na área lindeira, ao Sul.

#### Características Climáticas da Bacia

Segundo o sistema de Köppen, o clima tem a classificação de *Cfa*, isto é, um clima subtropical, caracterizando-se por chuvas em todos os meses e por temperatura média do mês mais quente superior a 22°C e, do mês mais frio entre 3° e 18°C. Os fatores climáticos registrados por longos períodos em pontos extremos da bacia mostram somente pequenas diferenças entre si, permitindo considerar a bacia como unidade climática homogênea. A topografia, relativamente suave, também não favorece a formação de anormalidades microclimáticas de magnitude considerável.

De acordo com Universidade Federal do Rio Grande do Sul (2002) as precipitações médias mensais na bacia hidrográfica do rio Gravataí são, em termos relativos, bem distribuídos ao longo do ano. As menores quantidades mensais de precipitação ocorrem nos meses de março/abril/maio e setembro/outubro/novembro. As maiores precipitações estão concentradas nos meses de junho/julho/agosto e dezembro/janeiro/fevereiro.

Quanto à distribuição espacial das precipitações anuais na bacia que as mesmas apresentam um gradiente na direção Sul-Norte de 250 mm, variando desde 1300 mm na parte sul da

bacia até 1550 mm na região central-norte. Os pontos sinalizados na figura correspondem aos postos pluviométricos integrantes da rede de monitoramento de precipitações desta bacia.

## DIAGNÓSTICO DO MEIO BIÓTICO

### Vegetação

#### Vegetação na Área de Influência Indireta

A vegetação da bacia classifica-se como Área de Tensão Ecológica, que se define como a linha ou faixa que conecta pontos de acumulação (comunidades biológicas) ou áreas em que ocorrem mudanças abruptas de simetria. É uma linha ("stress line"), faixa de tensão, área de tensão, ou ecótono. Nesta, bem marcada entre formações vegetais, ou seja, trata-se de uma região de transição entre comunidades que contém espécies características e presumivelmente é intermediária em termos de condições ambientais.

A família com a maior riqueza de espécies é *Myrtaceae*, integrando os estratos arbóreos inferiores, especialmente das matas ciliares e paludosas. A contribuição de espécies dessa família nas distintas formações florestais do sul e sudeste do Brasil foi constatada por diversos autores (Jurinitz&Jarenkow, 2003). São também freqüentes nos estratos arbóreos espécies das famílias *Lauraceae*, *Euphorbiaceae* e *Meliaceae*, estas últimas ocorrendo principalmente nas florestas de encosta de coxilha. A família *Rubiaceae*, com árvores e arbustos, domina o estrato arbustivo das matas.

Espécies de palmeiras são constatadas nos fragmentos estudados. *Syagrusromanzoffiana*, espécie freqüentemente encontrada nas florestas do Estado, encontra-se com freqüência na bacia analisada.

Entre as trepadeiras podem-se referir como mais abundantes e com maior número de espécies as famílias *Asteraceae* e *Bignoniaceae*. Dentre os epífitos, as bromeliáceas e orquídeas contribuem com maior número de espécies, apresentando maior riqueza nas matas ciliares e paludosas.

Verifica-se a predominância de elementos arbóreos de ampla distribuição, como também do contingente florístico das bacias dos rios Paraná-Uruguai, ou seja, da Floresta Estacional Decidual, e do corredor migratório da encosta atlântica.

*Myrsineumbellata*, *Soroceabonplandiie* *Casearia silvestris*, espécies de ampla distribuição ocorrem em todos os fragmentos avaliados. Dentre os elementos da rota migratória oeste com presença registrada em quase todos os fragmentos refere-se *Lueheadivaricata*, *Trichiliaclauseniie* *T. elegans*. *Cabrlea canjerana*, *Cedrelafissilise* *Alchorneatriplinervias* são observados nos fragmentos florestais localizados nas coxilhas e encostas de morros.

Várias espécies que chegam ao território sul-riograndense através do corredor leste, ou seja, espécies do contingente da encosta atlântica, assim enquadradas por vários autores (Rambo, 1961; Klein, 1972, 1983; Jarenkow, 1994 e Jarenkow&Waechter, 2001) são também constatadas e principalmente observadas, tais como as *Calyptranthesgrandifolia*, *Mataybaguianensis*, *Pachystromalongifolium* *Myrciariafloribunda* que ocupam os estratos arbóreos superiores; no sub-bosque constata-se a presença de *Garciniagardneriana*, *Geonomaschottiana*, *Myrcia glabra*, *Mollinediafloribunda*, *M. schottiana* e a liana *Marcgraviapolyantha*. No fragmento de mata ciliar constata-se a presença de *Mollinediaschottiana*, *M. elegans*, *Bactrissetosae*, muito abundante, a epífita *Vrieseapsittacina*.

Além das espécies acima citadas registram-se a presença, em todas as unidades de paisagem, de *Ficusorganensis* e *Guapiraopposita*, espécies do contingente da encosta atlântica.

Compondo o sub-bosque de grande parte das matas existentes observou-se *Fareameamontevidensis*, *Billbergia zebrina*, *Tillandsiageminiflora*, *T. usneoides* e *Vrieseagigantea* (Bromeliaceae), *Butiacapitata* e *Geonomaschottiana* (Arecaceae), *Cattleya intermedia* (Orchidaceae), *Marcgraviapolyantha* (Marcgraviaceae) e *Styraxacuminatus* (Styracaceae).

Apresentam grande abundância na área, *Ficusorganensis* (Moraceae) e *Erythrina crista-galli* (Leguminosae) e, menos abundantemente, *E. falcata* (Leguminosae), espécies consideradas imunes ao corte pelo Código Florestal Estadual (Lei 9.519 de 21 de janeiro de 1992).

Recomendam-se como áreas prioritárias para conservação da biodiversidade regional os fragmentos florestais localizados no Morro Grande, no município de Santo Antônio da Patrulha, a mata ripária das nascentes do arroio Miraguaia e as florestas do morro do Tigre, por apresentarem espécies da flora ameaçada de extinção. Além dessas, as matas paludosas da Sanga da Porteira e aquelas localizadas junto ao Banhado Chico Lomã, estudadas neste trabalho, assim como todos os fragmentos desse tipo de floresta situados na unidade Planície Lagunar, por se tratarem dos últimos e escassos remanescentes da Floresta Estacional Semidecidual submetidos à influência fluvial permanente na bacia. As matas ciliares nas unidades de paisagem Coxilhas do Sudoeste, Coxilhas do Sudeste e Coxilhas de Norte e Nordeste de modo geral apresentam certo grau de influência antrópica, assim como os fragmentos não associados a cursos d'água, situados nas encostas de coxilha.

Ações de recuperação, visando restabelecer tanto a estrutura desses remanescentes e, principalmente, seu papel na melhoria das condições dos recursos hídricos e do solo são necessárias e, em alguns casos, urgentes.

#### Vegetação na Área de Influência Direta

A vegetação encontrada na área de influência é escassa, encontrando-se a maior parte da área desprovida de vegetação arbórea, sub-arbórea e arbustiva, sendo coberta por pastagem cultivada, Figuras 11 e 12.



Figura 11. Visão geral da Área de Intervenção, com insignificante vegetação arbórea subarbórea ou arbustiva.



Figura 12. Visão geral da Área de Intervenção, com insignificante vegetação arbórea sub-arbórea ou arbustiva.

A área em questão apresenta uma pequena formação florestal localizada no início da propriedade, com aproximadamente 0,15 ha em estágio inicial de regeneração, que apresentam uma diversidade de espécies significantes, com uma frequência homogênea e padrão, podendo ser citados:

fumo bravo = *Solanum mauritianum* Scop. - Solanaceae

canafistula = *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub. - Fabaceae

goiabeiro = *Psidium guajava* L. - Myrtaceae

tarumã = *Vitex megapotamica* (Spreng.) Mildenke - Lamiaceae

gerivá = *Syagrus romanzoffiana* (Cham.) Galssman - Arecaceae

quebra-foice = *Calliandra tweedii* Benth. - Fabaceae

amoreira = *Morus nigra* L. - Moraceae

branquilha = *Sebastiania commersoniana* (Baill.) L. B. Sm. &

Downs acoita-cavalo = *Luehea divaricata* Mart. & Zucc. - Malvaceae

amarelo = *Terminalia australis* Cambess. - Combretaceae

Na conformação citada, e espalhada com pouca frequência em toda a área, encontra-se a *Mimosa bimacronata* (DC.) Kuntze Fabaceae, de nome vulgar Maricá, bem como, algumas espécies exóticas como *Eucalyptus* spp., *Platanus X acerifolia* (Aiton) Willd. – Platanaceae, vulgarmente conhecido Plátano, e *Melia azedarach* L – Meliaceae, vulgarmente conhecido como Cinamomo, Figuras 13, 14 e 15.





Figura 13. Vegetação existente em Estágio Inicial de Regeneração.



Figura 14. Vegetação existente em Estágio Inicial de Regeneração.



Figura 15. Vegetação existente, em Estágio Inicial de Regeneração, com predominância de Maricá - *Mimosa bimucronata* (DC.) Kuntze.

## Fauna

Para a área analisada, foi percebida uma constituição de fauna limitada em relação à diversidade de espécies, situação que se explica pelo grau de antropização da área.

A área do lixão é usada para a criação de gado e é composta por gramíneas, com formação de campo aberto e vegetação arbustiva; na área entorno da mesma existem algumas formações de mata.



Figura 16. Área de entorno do lixão.



Figura 17. Área usada para criação de gado, com vegetação predominante.



Figura 18. Formação arbórea nativa do entorno na área de influência do lixão.



Figura 19. Área do lixão.



Figura 20. Área de vegetação nativa/plantada.

Quadro 3: Lista de espécies de mamíferos encontrados na área do lixão e de entorno.

Ordem	Família	Espécie	Nome comum
Carnívora	Canidae	<i>Lycalopexgymnocercus</i>	Graxaim-do-campo
	Mephitidae	<i>Conepatuschinga</i>	Zorrilho
Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Didelphisalbiventris</i>	Gambá-de-orelha-branca
Lagomorpha	Leporidae	<i>Sylvilagus brasiliensis</i>	Tapiti, Coelho-do-mato
Rodentia	Caviidae	<i>Caviaaperea</i>	Preá
	Erethizontidae	<i>Sphiggurusvillosus</i>	Ouriço-caixeiro
	Myocastoridae	<i>Myocastorcoypus</i>	Ratão-do-banhado
Xenarthra	Dasypodidae	<i>Dasypushybridus</i>	Tatu-mulita
		<i>Dasyopusnovencinctus</i>	Tatu-galinha

A mastofauna da região caracteriza-se por espécies que vivem em área aberta, que, porém, usam os resquícios da mata existente para se abrigarem, como refúgio quando não estão em atividade. Isso, apesar de os resquícios de vegetação nativa serem bastante afetados pela pecuária da região, que danifica sua estrutura, deixando uma mata aberta e limpa, causando assim a não utilização desta por parte da fauna silvestre. Ela, porém, ainda funciona como um corredor ecológico para as espécies, tendo função essencial à sobrevivência destes mamíferos.



Figura 21. Foto do chão da mata.



Figura 22. Vestígios da mastofauna.

Tabela 1. Lista de espécies de aves encontradas na área do lixão e entorno.

Ordem	Família	Espécie	Nome comum
Apodiforme	Trochilidae	Hylocharischrysur	Beija-flor-dourado
Tinamiformes	Tinamidae	Nothura maculosa	Perdiz
Gruiformes	Rallidae	Aramides saracura	Saracura-do-mato
Charadriiformes	Charadriidae	Vaneluschilensis	Quero-quero
Cathartiformes	Cathartidae	<i>Coragypsatratus</i>	Urubu-de-cabeça-preta
Ciconiiformes	Ardeidae	Casmerodiusalbus	Garça-branca
Falconiformes	Accipitridae	Rupornismagnirostris	Gavião-carijó
	Falconidae	Milvagochimachima	Carrapateiro
Coraciiformes	Alcedinidae		
Columbiformes	Columbidae	Leptotilarufaxilla	Juríti-Gemedeira
		Columbina talpacoti	Rolinha-roxa
		Zenaidauriculata	Pomba-de-bando
Cuculiformes	Cuculidae	Guiraguira	Anu-branco
Piciformes	Picidae	Veniliornisspilogaster	Picapauzinho-verde-carijó
Passeriformes	Cardinalidae	Cyanoloxiaglaucocaerulea	Azulinho
	Fringillidae	Euphoniachlorotica	Fim-fim
	Furnariidae	Furnariusrufus	João-de-barro
		Syanallaxispixi	João-teneném
	Tyrannidae	Pitangussulphuratus	Bem-te-vi
		Tyrannusmelancholicus	Suiriri
		<i>Xolmisirupero</i>	Noivinha/ Viuvinha

Psittaciformes	Passeridae	Passercomesticus	Pardal
	Hirundinidae	Tachycineta leucorrhoa	Andorinha-de-sobre-branco
	Troglodytidae	Troglodytes musculus	Corruíra
	Turdidae	Turdus amaurochalinus	Sabiá-poca
		Turdus rufiventris	Sabiá-laranjeira
	Emberezidae	Zonotrichia capensis	Tico-tico
		Sicalis flaveola	Canário-da-terra
	Icteridae	Molothrus bonariensis	Vira-bosta
	Psittacidae	Myiopsittamonachus	Caturrita

A avifauna da região se mostrou diversa, porém não apresentou nenhuma espécie em risco de extinção. A área apresentou espécies que vivem em charcos e banhados, usando estes como fontes para procura de alimento. As espécies são características de áreas abertas, de campo e de fácil convívio com ambientes antropizados.

Quadro 4: Lista de répteis encontrados na área do lixão e de entorno.

Ordem	Família	Espécie	Nome Comum
Squamata	Colubridae	Helicops infrateniatus	Cobra d'água
		Waglerophis merremii	Boipeva
	Dipsadidae	Philodryas patagoniensis	Papa-pinto
	Viperidae	Rhinocerosphis alternatus	Cruzeira, Urutu
	Teiidae	Tupinambis merrianae	Teiú

Quadro 5: Lista de anfíbios encontrados na área do lixão e de entorno.

Ordem	Família	Espécie	Nome Comum
Anura	Hylidae	Dendropsophus nanus	Perereca
		Hypsiboas pulchellus	Perereca-do-banhado
		Pseudis minuta	Rã-boiadora
		Scinax squalestris	Perereca-nariguda
	Leiuperidae	Pseudopaludicola falcipes	Rãzinha
	Leptodactylidae	Leptodactylus latinasus	Rã-assobiadora
		Leptodactylus latrans	Rã-manteiga
		Leptodactylus sp.	-

A herpetofauna é constituída de espécies generalistas em relação ao habitat e nenhuma das espécies encontradas na área de estudo consta na lista de espécies ameaçada de extinção do Brasil ou na lista do estado do Rio Grande do Sul (Marques *et al.* 2003).

Foram registradas oito espécies de anfíbios das áreas de influência do lixão (Quadro 05), também foram encontradas desovas em ninho de espuma. As espécies registradas utilizam área aberta para alimentação e reprodução, dispersam-se com facilidade, e tem ampla distribuição geográfica. A maior parte da região amostrada é altamente impactada, favorecendo assim as espécies generalistas.

Os anfíbios possuem certas características fisiológicas, como pele permeável, e ecológica, ciclo de vida bifásico, que os tornam fortemente dependentes da água. Esses animais apresentam forte sensibilidade a alterações de parâmetros físicos e químicos da água e várias espécies são também sensíveis a alterações na estrutura da vegetação nas margens dos corpos d'água, podendo não suportar mudanças drásticas na composição desses ecossistemas, estando sujeitos ao declínio de sua população. (Jim, 1980; Van Dam&Buskens, 1993; Burkett& Thompson, 1994).

No geral, as intervenções humanas levam a um empobrecimento da estrutura e da diversidade da vegetação (Liddle&Scorgie, 1980). Tal mudança também altera o hábitat de diversas espécies animais, causando o desaparecimento de especialistas em favor de generalistas (Van Rooy&Stumpel, 1995).

## LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DO EMPREENDIMENTO QUANTO A UNIDADES DE CONSERVAÇÃO

### Definições Legais

A Lei Federal 9.985/2000 define os tipos de Unidades de Conservação a serem instituídos: unidades de proteção integral, em que não é permitida a ocupação, sendo admitido apenas o uso indireto dos seus recursos naturais, e as de uso sustentável, como as Áreas de Proteção Ambiental, em que é disciplinado o processo de ocupação com vistas a assegurar a sustentabilidade, compatibilizando a conservação da natureza com o uso sustentável de parcela dos seus recursos naturais, sendo liberada sua utilização conforme



normas legais gerais e próprias. Aplicáveis também as normas gerais da Lei 4.771/65 – Código Florestal.

A Lei Federal 9.985/2000, já referida, define que no entorno das Unidades de Conservação deve ser mantida uma zona de transição, chamada de zona de amortecimento, ou seja, sendo esta finalidade alcançada, no caso, pela própria instituição e implantação da Área de Proteção Ambiental.

## A Área de Proteção do Banhado Grande

Em 1998, por Decreto Estadual, foi criada a unidade de conservação de uso sustentável Área de Proteção Ambiental (APA) do Banhado Grande, situada nos municípios de Glorinha, Gravataí, Santo Antônio da Patrulha e Viamão.

A APA possui 133.000 hectares e nela insere-se o conjunto de banhados formadores do Rio Gravataí: Banhado do Chico Lomã (Santo Antônio da Patrulha), Banhado dos Pachecos (Viamão), e Banhado Grande (Gravataí e Glorinha).

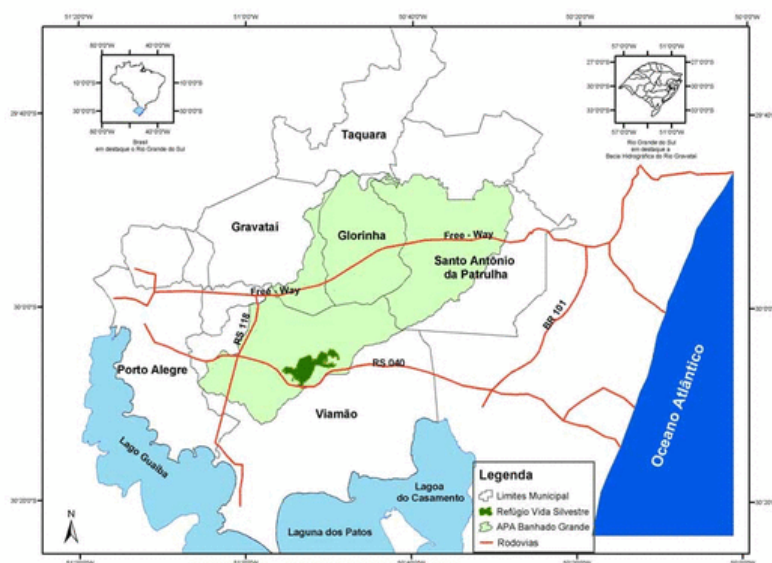


Figura 23. Limites da APA do Banhado Grande engloba quase a totalidade do território do Município de Glorinha.

Os principais objetivos da APA são os de preservar o conjunto de banhados, compatibilizar o desenvolvimento socioeconômico com a proteção dos ecossistemas naturais, conservar o solo e os recursos hídricos, recuperar as áreas degradadas, contribuir

para a otimização da vazão do Rio Gravataí e, ainda, proteger a flora e a fauna nativas e seus locais de reprodução.

## CONCEPÇÃO DO PROJETO

### Análise da fase II - investigatória e fase III – confirmatória

O antigo aterro de resíduos sólidos do município de Glorinha está inativo desde 2005, atualmente os resíduos da coleta domiciliar são enviados para Aterro Sanitário localizado no município de São Leopoldo. Conforme Lei 12.303/ 2010, ficou estabelecido o prazo para o fim da disposição de resíduos em lixões e a sua erradicação, sendo assim,

o presente município está em fase de determinação de remediação do local degradado encerrado.

Neste sentido a análise investigatória possibilitou determinar a atual situação de degradação do local. De forma geral, a área investigada possui elementos como: Ferro, Manganês, Chumbo, Bário e Alumínio, que podem ser atribuídos as características naturais da região devido esses elementos apresentaram concentrações elevadas nos Pontos em Branco: análise da água subterrânea, da água superficial e no solo analisado. Portanto, a presença destes elementos não pode ser atribuída, necessariamente ou unicamente, como contaminantes advindos do Aterro.

No processo de determinação analítica do lixiviado da massa de resíduo, a presença do elemento mercúrio acima do valor máximo permitido pela Resolução n° 430 do Conselho Nacional de Meio Ambiente e Resolução n° 128 do Conselho Estadual do Meio Ambiente pode ser considerado como importante indicador de fonte poluidora advinda do Aterro. Entretanto, não foi constatada alteração na qualidade da água superficial, na água subterrânea e no solo por este poluente. Pode -se concluir que o elemento Mercúrio (Hg) está sendo imobilizado por questões físicas e/ou químicas (compactação do aterro, pH neutro, presença de argila no solo da região) no Aterro.

Outra questão pertinente no processo investigatório realizado é a presença de Cádmio (Cd) nos piezômetros instalados. A concentração deste elemento no Ponto Branco foi de 0,004 mg/ L, sendo verificado nos piezômetros subsequentes as concentrações de 0,005 mg/ L no piezômetro de n° 2 (P2), de 0,007 mg/ L no piezômetro n° 3 (P3) e de 0,009 mg/ L no piezômetro 4 (P4). O elemento Cd não se mostrou representativo nos resultados de ensaio de Lixiviação, portanto, a massa de resíduo não possui este contaminante de forma expressiva, sendo a sua fonte provável o descarte de pilhas e materiais eletrônicos. Este fato contribui para a determinação de que os

resíduos estocados no Aterro são provenientes da coleta de resíduo urbano. O elemento Cd não foi detectado na água superficial e no solo analisado a jusante do Aterro, deste modo a sua mobilidade está restrita à água subterrânea da área degradada e deve ser monitorada para o acompanhamento de possível escalonamento deste elemento.

Enfim, a investigação realizada no Aterro do Município de Glorinha proporcionou verificar que a capacidade de degradação ambiental da disposição de resíduos urbanos no local encontra-se atenuados. Onde, poluentes orgânicos, de grande parcela em resíduos urbanos, não estão alterando a qualidade do meio ambiente (solo e água) verificados, assim como a maioria dos metais pesados presentes neste tipo de resíduos (Mercúrio, Chumbo, Cromo). Vale destacar que o elemento Cádmiio, mesmo não sendo parcela representativo do lixiviado, apresentou alteração nas águas subterrâneas, porém, o mesmo não foi verificado em concentrações significativas nos demais meios investigados (água superficial e solo em cota inferior ao Aterro) da área investigada. Mesmo assim, as suas concentrações apenas alteram a sua indicação de uso conforme a Resolução nº 396 do CONAMA para águas subterrâneas.

#### ATIVIDADE PROPOSTA

### Fase IV – Fitorremediação - Projeto de recuperação da área degradada por resíduos sólidos urbanos

Após interpretação dos resultados obtidos na análise investigatória e confirmatória, ficou constatado que o principal contaminante presente na área, decorrente da decomposição dos resíduos sólidos presentes, é o elemento Cádmiio (Cd). Esse metal pesado foi observado nas amostragens de águas subterrâneas dos pontos codificados como P2, P3 e P4.

Como consta na bibliografia recente, a técnica de utilização de plantas para a remediação de solos contaminados por metais pesados ainda se encontra em fase intensa de estudos. Sendo assim, foi proposta a utilização de duas espécies vegetais para fitorremediar a área.

Uma será utilizada como fitoextratora do elemento Cd e outros metais pesados do solo impactado. No caso, será utilizado o plantio de Girassol (*Helianthus annuus L.*) na área impactada.

A outra espécie a ser empregada funcionará como uma barreira hidráulica no solo, diminuindo o fluxo da água subterrânea e deslocando os contaminantes até as folhas (copa foliar). No caso será utilizado o plantio de Álamo Negro (*Populus nigra*).

Ambas as espécies estão sendo utilizadas em pesquisas recentes para remediação do solo contaminados.

#### Fitoextração de Cádimo por Girassol

O girassol (*Helianthus annuus* L.) teve inicialmente o Peru definido como seu centro de origem, porém, pesquisas arqueológicas revelaram o uso do girassol por índios norte-americanos, com pelo menos uma referência indicando o cultivo nos Estados de Arizona e Novo México, por volta de 3000 anos a. C. (SELMECZI-KOVACS, 1975).

Estudos indicam que a domesticação do girassol ocorreu principalmente, na região do México e sudoeste dos EUA, mas podia ser encontrado por todo continente americano devido à disseminação feito por ameríndios, os quais selecionavam plantas com apenas uma haste. Eles usavam as plantas com propósitos de alimentação, além de medicinais e decorativos.

O sistema radicular é pivotante, crescendo mais rapidamente que a parte aérea da planta, no começo do desenvolvimento, sendo formado por um eixo principal e raízes secundárias abundantes, capazes de explorar um grande volume de solo e seus recursos hídricos. No estágio cotiledonar já atinge de quatro a oito centímetros de comprimento, com seis a dez raízes secundárias. Durante a fase de 4 a 5 pares de folhas pode chegar a uma profundidade de 50 a 70 centímetros, atingindo o máximo do crescimento na floração, quando atinge até quatro metros de profundidade em solos arenosos (ROSSI, 1998).

Resultado de características fenotípicas e ambientais, o acúmulo de matéria seca pelo girassol pode chegar a 14 toneladas por hectare em condições irrigadas, sendo que no início do desenvolvimento o acúmulo é lento, governado basicamente pelo crescimento do caule. Até 28 dias após a emergência, o acúmulo é de 8 g por planta, chegando ao seu máximo de 212 g de matéria seca por planta ao redor dos 98 dias após a emergência.

Para as regiões Sul e Centro-sul do País, compreendendo os Estados de Minas Gerais, Mato Grosso do Sul, São Paulo, Sul de Goiás, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, os maiores potenciais para produtividade e melhores teores de óleo encontram-se nas culturas semeadas de setembro à janeiro. O girassol semeado dentro desses meses, nessas regiões, é suficientemente suprido de água, luz e temperatura.

No estado do Rio Grande do Sul, a cultura pode ser cultivada entre os meses de julho a setembro, principalmente pelas suas características de tolerância a geadas na fase inicial do seu desenvolvimento.

A semeadora deve realizar eficientemente as seguintes operações: i) distribuir uniformemente a semente no sulco de semeadura, ii) colocar a semente à profundidade estabelecida e mantê-la constantemente durante todo o processo de semeadura, iii) depositar a semente em fundo de sulco compactado lateralmente e em profundidade, iv) cobrir a semente com uma fina capa de terra úmida e levemente compactada para que haja rápida hidratação, v) construir um camaleão com terra solta sobre a linha de semeadura em forma de “V” invertido para impedir um encrostamento sobre a linha (LEITE et al., 2005).

O ideal é que o mecanismo de cobertura coloque solo úmido sobre a semente, pressione o solo a seu redor, na profundidade apropriada possibilitando a emergência rápida e uniforme, pois auxilia a embebição da semente. Se o solo estiver solto em volta da semente, essa camada atua como barreira à passagem de umidade e a semente pode não germinar. Se o solo estiver muito compactado também prejudica a germinação e emergência das plântulas (LEITE et al., 2005).

O espaçamento entre linhas mais indicado para a cultura do girassol é de 70 cm. Contudo, a distância entre linhas pode variar de 50 a 90 cm, em função da semeadora e da colhedora. Sugere-se trabalhar com distâncias entre linhas de até 0,8 m quando forem empregadas plataformas de milho adaptadas para a colheita de girassol e, de até 0,5 m entre linhas, quando forem empregadas plataformas de soja ou trigo adaptadas (LEITE et al., 2005).

Espaçamentos mais estreitos possibilitam que a cultura atinja mais rapidamente o ponto de fechamento do dossel vegetativo, permitindo melhor controle das plantas daninhas, pelo sombreamento das mesmas (LEITE et al., 2005).

Dependendo do cultivar, o peso de 1000 sementes varia de 30 a 60 gramas. O gasto médio de sementes situa-se entre 4 e 6 kg/ha (CÂMARA, 2003).

Os principais métodos de controle para as lagartas, besouros e percevejos são inseticidas (fosforados, piretróides, carbamatos) assim como reguladores de crescimento e controle biológico (*Bacillus thuringiensis*), este último principalmente para as lagartas. A aplicação de inseticidas deve ser feita no período da tarde, pois geralmente durante o período da manhã a planta recebe um maior número de visitas de seus polinizadores e a morte destes pode causar queda na produção (GALLO et. al., 2002).

Além disso, deve-se atentar para não eliminar os inimigos naturais das pragas.

A colheita é realizada no período que compreende 70 a 90 dias após o plantio.

Segundo consta na bibliografia, O girassol (*Helianthus annuus L.*) é uma das plantas capazes em absorver seletivamente metais pesados (TAN, 2000).

Schmidt (2003) relata que, apesar do girassol (*Helianthus annuus L.*) apresentar baixa produção de biomassa, pode acumular mais de 5 g kg<sup>-1</sup> de Cd na matéria seca, demonstrando boas perspectivas para fitoextração. De maneira geral, as monocotiledôneas são menos eficientes na fitoextração de metais pesados quando comparadas às dicotiledôneas (HUANG & CUNNINGHAM, 1996).

Assim, será realizado o cultivo e rodizio do plantio de tal monocotiledônea na área degradada.

#### Barreira hidráulica mediante a utilização de Álamo Negro

Atores citam a utilização de árvores do gênero *Populus* Outros para o controle hidráulico, Essas árvores utilizam raízes profundas para bombear e transpirar grandes quantidades de água, evitando o movimento de contaminantes e a percolação de água sobre o contaminante (SCHNOOR, 2002).

A cobertura vegetal, que propõe aumentar a evapotranspiração da superfície e auxiliar na degradação dos contaminantes, além de conter a erosão e lixiviação, utilizando-se gramíneas e espécies nativas (SCHNOOR, 2002; USEPA, 2000).

Assim, será realizado o plantio de espécies de Álamo Negro em cotas mais baixas do terreno, de acordo com o escoamento e deslocamento das águas superficiais e subterrâneas no terreno.



Figura 24. Sentido do escoamento das águas pluviais.

## MONITORAMENTO E ANÁLISE DA EFICIENCIA DO SISTEAM IMPLANTADO

Após o plantio e desenvolvimento das espécies vegetais de Girassol e Álamo Negro, será realizada a análise da massa foliar das mesmas para comprovação ou não da ocorrência da extração de metais pesados no solo.

A concentração dos contaminantes será decisivo para determinar os próximos passos do projeto. Casos seja comprovada que está ocorrendo a fitorremediação do local o sistema será mantido, com o rodízio de cultivo do Girassol. Em caso de não ocorrer a fitoextração, outras plantas serão plantadas, conforme as espécies especificadas no Quadro 2, desse documento.

## PLACA DE IDENTIFICAÇÃO

A recuperação sem uso deverá ser identificada através de placa de ferro galvanizada anexada a duas hastes metálicas e galvanizadas, localizada dentro da área de domínio e em local visível, contendo o nome do empreendedor e telefone para contato e data de encerramento do projeto. O modelo proposto será o indicado pela FEPAM, conforme Figura 25.



EMPREENDIMENTO LICENCIADO PELA  
FEPAM DE ACORDO COM AS NORMAS DE  
PROTEÇÃO E CONSERVAÇÃO AMBIENTAL

NOME DO EMPREENDIMENTO

Licença de ..... nº...../.....

Validade até .....

FALE CONOSCO  
(51) 3288-9451 - [www.fepam.rs.gov.br](http://www.fepam.rs.gov.br)


fepam  

Figura 25. Modelo para Placa de Identificação.

## RESPONSÁVEL TÉCNICO PELA ELABORAÇÃO DO PROJETO

Mario Juliano Nunes Gaertner  
Registro Profissional RS144276

Eng.º Ambiental e de Segurança do Trabalho



ACCIOLY, A.M.A.; SIQUEIRA, J.O. Contaminação química e biorremediação do solo. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ, V.H.; SCHAEFER, C.E.G.R. Tópicos em Ciência do

Solo. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2000.

CHANEY, R.L.; MALIK, M.; LI, Y.M.; BROWN, J.L.; BRENER, E.P.; ANGLE, J.S.;

BAKER, A.J.M. Phytoremediation of soil metals. *Current Opinion in Biotechnology*, v.8, p. 279 – 284, 1997.

GARBISU, C.; ALKORTA, I. Phytoextraction: a cost effective plant-based technology for the removal of metals from the environment. *Bioresource Technology*, v. 77, p. 229 – 236, 2001.

GLASS, D. J (1998) - The 1998 United States Market for Phytoremediation, D. Glass Associates, Needham, p.139.

KABATA-PENDIAS, A. Agricultural problems related to excessive trace metal contents of soils. In: SALOMONS, W.; FORSTNER, U.; MADER, P. Heavy metals: problems and solutions. Berlin: Springer – Verlag, 1995.

KHAN, A.G.; KUEK, C.; CHAUDHRY, T.M.; KHOO, C.S.; HAYES, N.J. Role of

plants, mycorrhizae and phytochelators in heavy metal contaminated land remediation. *Chemosphere*, v.41, p. 197 – 207, 2000.

MARQUES, T.C.L.L.S.M.; MOREIRA, A.M.S.; SIQUEIRA, J.O. Crescimento e teor de

metais de mudas de espécies arbóreas cultivadas em solo contaminado com metais pesados. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.35, n.1, p.121-132, 2000.

RULKENS, W.H.; GROTHENHUIS, J.T.C.; TICHY, R. Methods for  
cleaning

contaminated soils and sediments. In: SALOMONS, N.; FORSTNER, U.; MADER, P. Heavy metals: problems and solutions. Berlin: Springer-Verlag, 1995.

SCHNOOR, J.L. Phytoremediation of soil and groundwater: Technology evaluation report TE-02-01. Iowa: GWRTAC Ground Water Remediation Technologies Analysis Center, 2002.

TAN, K.H. Environmental soil science. 2.ed. New York: Marcel Dekker Inc., 2000. 452p.

USEPA. Introduction to phytoremediation: EPA/600/R-99/107. Cincinnati: National Risk Management Research Laboratory, 2000.

