

**PRÉ-SELEÇÃO DE ÁREAS ADEQUADAS À IMPLANTAÇÃO DE ATERRO
SANITÁRIO NA REGIÃO DA AMVALI- ASSOCIAÇÃO DOS MUNICÍPIOS
DO VALE DO ITAPOCU- SC A PARTIR DO USO DO GEOPROCESSAMENTO**

Felipe Lischka Sampaio

Orientadora: Sara Meireles

Co-orientador: Dr. Armando Borges de Castilhos Jr.

2015.1



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO TECNOLÓGICO
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA SANITÁRIA E
AMBIENTAL

Felipe Lischka Sampaio

**PRÉ-SELEÇÃO DE ÁREAS ADEQUADAS À IMPLANTAÇÃO
DE ATERRO SANITÁRIO NA REGIÃO DA AMVALI-
ASSOCIAÇÃO DOS MUNICÍPIOS DO VALE DO ITAPOCU- SC
A PARTIR DO USO DO GEOPROCESSAMENTO**

Trabalho apresentado como parte dos requisitos para a Conclusão do Curso de Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental na Universidade Federal de Santa Catarina.

Orientadora: Eng. Sara Meireles

Co-orientador: Dr. Armando Borges de Castilhos Jr.

FLORIANÓPOLIS, SC
JUNHO/2015

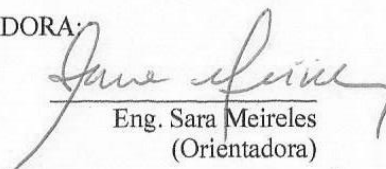
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO TECNOLÓGICO
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA SANITÁRIA E
AMBIENTAL

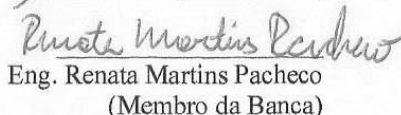
**PRÉ-SELEÇÃO DE ÁREAS ADEQUADAS À IMPLANTAÇÃO
DE ATERRO SANITÁRIO NA REGIÃO DA AMVALI-
ASSOCIAÇÃO DOS MUNICÍPIOS DO VALE DO ITAPOCU- SC
A PARTIR DO USO DO GEOPROCESSAMENTO**

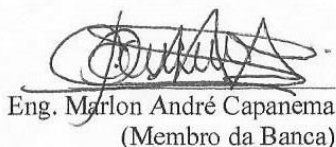
FELIPE LISCHKA SAMPAIO

Trabalho submetido à Banca Examinadora
como parte dos requisitos para Conclusão do
Curso de Graduação em Engenharia Sanitária
e Ambiental – TCC II

BANCA EXAMINADORA:


Eng. Sara Meireles
(Orientadora)


Eng. Renata Martins Pacheco
(Membro da Banca)


Eng. Marlon André Capanema
(Membro da Banca)

FLORIANÓPOLIS, (SC)
JUNHO/2015

AGRADECIMENTOS

Agradeço em especial à minha família, pelo apoio durante toda a minha vida e, especialmente, nos momentos difíceis.

A minha orientadora Eng. Sara Meireles meu sincero agradecimento pela orientação valiosa, confiança, paciência e, sobretudo, amizade.

Minha namorada Thaysi Leal, por compreender todos meus momentos de dificuldade. Seu valioso apoio foi definitivo em todos os momentos vividos ao longo da graduação.

Aos colegas de graduação que tornaram essa jornada prazerosa.

“Isto não é o fim. Não é sequer o princípio do
fim. Mas é, talvez, o fim do princípio.”
—Winston Churchill

SAMPAIO, F.L. **Pré-seleção de áreas adequadas à implantação de aterro sanitário na região da AMVALI - Associação dos Municípios do Vale do Itapocu- SC a partir do uso do Geoprocessamento.** Florianópolis, 2015. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

RESUMO

Os problemas ambientais oriundos dos resíduos sólidos urbanos e seu descarte inadequado vêm se agravando gradativamente com o aumento do consumo e com o esgotamento das áreas para disposição de resíduos. Desta forma, a escolha dos locais apropriados à disposição final de resíduos sólidos deve estar pautada em parâmetros ambientais, sociais e econômicos, de modo que ofereçam o mínimo de impacto ao meio ambiente. Entretanto, a escolha da melhor área depende de características físicas do meio e das dinâmicas de uso do solo. Tendo em vista essa problemática, o presente trabalho tem como objetivo realizar uma escolha preliminar de áreas com potencial para a instalação de um aterro sanitário na região da Associação dos Municípios do Vale do Itapocu (SC), a partir do uso de Geoprocessamento. A aplicação desta metodologia foi realizada para os municípios pertencentes à Associação dos Municípios do Vale do Itapocu- AMVALI, localizados na porção nordeste do Estado de Santa Catarina. A área de estudo foi avaliada quanto a critérios de uso do solo, cobertura vegetal, distâncias dos corpos hídricos, distâncias das falhas geológicas, domínios geológicos e topografia. O resultado do estudo materializa-se em mapas que fornecem as características a serem consideradas nas análises e, por fim, do cruzamento destas, as indicações e seleção de melhores áreas para disposição final de rejeitos. Como resultado obtido, o mapa das áreas restritivas, apresentou um cenário bastante restritivo, refletindo as características da área estudada.

Termos-chave: *Aterro sanitário; Seleção de áreas de disposição final; Geoprocessamento.*

SUMÁRIO

1	Introdução.....	18
2	Objetivos.....	20
2.1	Objetivo geral	20
2.2	Objetivos específicos.....	20
3	Fundamentação Teórica.....	22
3.1	Resíduos Sólidos.....	22
3.2	Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos.....	23
3.3	Disposição final de resíduos sólidos.....	23
3.2	Passivo ambiental	25
3.4	Lixão.....	25
3.5	Aterro sanitário de resíduos sólidos urbanos	27
3.6	Geoprocessamento.....	29
4	Procedimentos Metodológicos.....	32
4.1	Área de estudo	33
4.2	Procedimentos de coleta de dados	40
4.2.1	Pesquisa bibliográfica e documental.....	40
4.2.2	Criação do Banco de Dados de arquivos Georreferenciados	41
i.	Uso do solo	42
ii.	Unidades de Conservação	42
iii.	Perímetro urbano.....	43
iv.	Distância dos corpos hídricos.....	43
v.	Cobertura vegetal	43
vii.	Distância das zonas de cisalhamento e diques	44
viii.	Domínio geológico	44
ix.	Relevo	44
4.3	Identificação dos passivos ambientais e áreas contaminadas	45
4.4	Mapeamento preliminar das áreas restritivas para a implantação de local para disposição final de rejeitos	46
5	Resultados e Discussões.....	48
5.1	Critério Uso do Solo	48
5.1.1	Unidades de Conservação	48
5.1.2	Perímetro Urbano.....	50
5.2	Critério Distância dos Corpos Hídricos	51
5.3	Critério Cobertura Vegetal.....	51
5.4	Critério Distância das zonas de cisalhamento e diques.....	52

5.5 Critério Domínio geológico.....	53
5.6 Critério Relevo	54
5.7 Critério Passivos Ambientais e Área Contaminadas	56
5.8 Mapeamento preliminar das áreas restritivas para a implantação de aterro sanitário	58
6 Conclusões.....	62
7 Recomendações.....	64
Referências.....	66
Apêndices.....	71

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Impactos ocasionados em um lixão	26
Figura 2-Operação de um aterro sanitário	28
Figura 3- Procedimentos adotados	32
Figura 4 – Municípios da AMVALI e sua localização no Estado de Santa Catarina	34
Figura 5- Regiões hidrográficas de Santa Catarina	36
Figura 6- Conjuntos de regiões hidrográficas de Santa Catarina.	37
Figura 7- Sub bacias na Bacia Hidrográfica do Rio Itapocu	38
Figura 8- Formações Vegetais na Vertente Atlântica- Santa Catarina ..	40
Figura 9- Sobreposição de mapas temáticos	47
Figura 10- Unidades de conservação no território da AMVALI.....	49
Figura 11- Perímetros Urbanos dos municípios da AMVALI	50
Figura 12- Hidrografia da região da AMVALI com <i>buffers</i> aplicados .	51
Figura 13- Remanescentes Florestais de Mata Atlântica na região da AMVALI.....	52
Figura 14- Fraturas e falhas geológicas na região da AMVALI	53
Figura 15- Domínio geológico na região da AMVALI.....	54
Figura 16- Modelo Digital de Elevação	55
Figura 17- Mapa de declividade do terreno na região da AMVALI	56
Figura 18- Pontos de passivo ambiental de grande extensão na AMVALI.....	58
Figura 19- Áreas restritivas à implantação de aterro sanitário na região da AMVALI.....	60

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: - Destino dos resíduos sólidos, por unidade de destino dos resíduos. Brasil -1989/2008	24
--	----

LISTA DE QUADROS

Quadro 1-Sistemas de proteção ambiental de um aterro sanitário	28
Quadro 2- Caracterização física geral dos municípios da AMVALI e divisas.....	35
Quadro 3- Critérios adotados para identificação preliminar de áreas restritivas quanto à disposição final de resíduos	41
Quadro 4- Unidades de Conservação no território da AMVALI	48
Quadro 5- Pontos de passivos ambientais na região da AMVALI.....	57

1 INTRODUÇÃO

Na atualidade, uma das grandes preocupações ambientais está relacionada aos resíduos sólidos gerados pelas atividades humanas e seu correto gerenciamento. Sabe-se que a geração de resíduos é uma ação inevitável no dia-a-dia do homem. No entanto, é crescente a preocupação, em nível mundial, de se minimizar a geração desses resíduos, reutilizar quando possível e por fim encaminhar os rejeitos para a uma destinação final ambientalmente adequada.

Segundo o SNIS (2013), dos resíduos coletados no País, cerca de 50% é disposta em aterros sanitários, 17% em aterros controlados, 11% em lixões e 2% encaminhados para unidades de triagem e de compostagem, restando então a parcela de 20% com outras destinações. Para uma correta gestão desses resíduos, aliada a uma mudança comportamental da atual sociedade de consumo, é necessário um engajamento do poder público, assegurando políticas de estímulo destinação ambientalmente adequada dos resíduos.

Segundo a Política Nacional de Resíduos Sólidos, a fração considerada reciclável dos resíduos domiciliares deve possuir destinação que preveja reuso ou reciclagem. Já a fração de rejeitos deve ser encaminhada para a disposição final ambientalmente adequada, sendo uma opção destacada em lei os aterros sanitários, devidamente licenciados, e com controles ambientais eficazes. Nesse contexto, ressalta-se a importância da localização adequada dos aterros sanitários, pois se tratam de sistemas que podem causar danos ao solo, recursos hídricos, populações e atividades do entorno.

A escolha de áreas para localização de um aterro sanitário deve seguir uma série de normativas que levam em conta parâmetros ambientais, sociais e econômicos. A observação a tais parâmetros minimizam a necessidade de possíveis ações corretivas, cumpre as exigências legais vigentes, reduz custos de construção e operação, bem como os custos ambientais relacionados ao sistema. Tendo em vista a importância da escolha das áreas mais apropriadas para a disposição final de resíduos sólidos, este trabalho tem como objetivo realizar uma escolha preliminar de áreas com potencial para a instalação de um aterro sanitário na região da Associação dos Municípios do Vale do Itapocu (SC), a partir do uso de Geoprocessamento.

Os critérios restritivos quanto à seleção das áreas favoráveis para a disposição final ambientalmente adequada de rejeitos levaram em conta: o uso do solo, cobertura vegetal, distâncias dos corpos hídricos, distâncias das falhas geológicas, domínios geológicos e topografia. Tais

critérios foram estabelecidos com base na literatura especializada, em normas legais e técnicas, e serviram como base para o mapeamento preliminar das áreas restritivas à implantação de um local para disposição final de rejeitos.

Depois de estabelecidos os critérios utilizados para o mapeamento de áreas aptas à instalação de aterros sanitários nos municípios da AMVALI, foram criados mapas temáticos em ambiente SIG (Sistema de Informações Geográficas), para ser possível, a partir do uso de Geoprocessamento, identificar as feições de interesse, e posteriormente cruzar os fatores de relevância, para então serem criados os mapas que orientam para a escolha das melhores áreas.

Espera-se que, com a aplicação desta metodologia, a escolha de locais apropriados ocorra de forma rápida, consistente e segura, facilitando o trabalho em campo, os processos decisórios, e garantindo as condições ambientais adequadas. No entanto, destaca-se que o emprego dessa técnica não exclui a necessidade de estudos mais detalhados, que incluem também análises *in loco*.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

O objetivo geral deste trabalho é realizar uma escolha preliminar de áreas com potencial para a instalação de um aterro sanitário na região da Associação dos Municípios do Vale do Itapocu (SC), a partir do uso de Geoprocessamento.

2.2 Objetivos específicos

Para auxiliar na proposta apresentada pelo trabalho, foram definidos os seguintes objetivos específicos:

- i. Estabelecer parâmetros relativos à escolha das áreas adequadas à implantação de aterros sanitários;
- ii. Gerar mapas temáticos a partir dos parâmetros pré-estabelecidos;
- iii. Sinalizar as áreas mais apropriadas para a instalação de aterros sanitários na AMVALI, a partir das informações e mapeamentos gerados.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Inicialmente, será apresentado o conceito de resíduos sólidos e seu contexto normativo; seguindo para a apresentação sobre Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos e sua importância no âmbito da gestão municipal de resíduos; complementados com as definições de disposição final de resíduos sólidos, dando ênfase para as técnicas de disposição mais comuns no Brasil, nos conceitos de passivo ambiental; e por fim, na conceituação de geoprocessamento, ferramenta utilizada como base para o estudo em questão.

3.1 Resíduos Sólidos

De acordo com a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), instituída pela Lei Federal nº 12.305 de 2010 (BRASIL, 2010), resíduos sólidos são definidos como:

[...] Material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnicas ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível.

A NBR 10.004 (ABNT, 2004), Classificação de Resíduos Sólidos, define como resíduos sólidos aqueles:

[...] Resíduos nos estados sólido e semissólido, que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição.

Quanto à periculosidade, a mesma normativa classifica os resíduos em Resíduos Classe I ou Perigosos; e resíduos classe II ou Não perigosos, subdivididos em Resíduos Classe II A – Não inertes, e Resíduos Classe II B – Inertes.

Neste trabalho será dada ênfase aos resíduos sólidos classificados como urbanos, que de acordo com a NBR 8419 (ABNT, 1992), são tidos como os resíduos sólidos gerados num aglomerado urbano, excetuados os resíduos industriais perigosos, hospitalares sépticos e de aeroportos e portos.

De acordo com a PNRS, a classificação utilizada para os resíduos sólidos municipais considera resíduos sólidos urbanos os resíduos enquadrados como resíduos domiciliares e resíduos de limpeza urbana, que segundo a mesma lei, coloca em seu artigo 13 a seguinte definição:

[...] Resíduos domiciliares: os originários de atividades domésticas em residências urbanas.

Resíduos de limpeza urbana: os originários da varrição, limpeza de logradouros e vias públicas e outros serviços de limpeza urbana.

3.2 Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos

Para Lange (2003), a gestão integrada dos resíduos sólidos urbanos é imprescindível para a obtenção e manutenção da boa qualidade de vida de uma comunidade. Segundo o mesmo autor, inserido na atual problemática global do descarte seguro e adequado dos resíduos sólidos urbanos, o conhecimento da produção, constituição física e química, bem como de outras características dos resíduos sólidos coletados constitui-se em fator fundamental para a orientação e planejamento dos sistemas de gerenciamento dos resíduos sólidos.

Segundo a PNRS, entende-se por gerenciamento de resíduos sólidos:

[...] o conjunto de ações exercidas, direta ou indiretamente, nas etapas de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, de acordo com plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos ou com plano de gerenciamento de resíduos sólidos, exigidos na forma desta Lei;”.

Ainda segundo essa mesma lei, a elaboração do Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos é condição para o Distrito Federal e os Municípios terem acesso a recursos da União, ou por ela controlados, destinados a empreendimentos e serviços relacionados à limpeza urbana e ao manejo de resíduos sólidos.

3.3 Disposição final de resíduos sólidos

Segundo a norma técnica NBR 10.004 (ABNT, 2004), disposição final de resíduos compreende um conjunto de unidades, processos e procedimentos que visam ao lançamento de resíduos no solo, garantindo-se a proteção da saúde pública e a qualidade do meio ambiente.

A destinação ou disposição final pode ser compreendida, segundo o CPU/IBAM (1998), como a última fase de um sistema de limpeza urbana. Na visão deste autor, esta operação é efetuada imediatamente após a coleta. Entretanto, em alguns casos, antes de ser disposto o lixo é processado, isto é, sofre algum tipo de beneficiamento, visando melhores resultados econômicos, sanitários ou ambientais.

Segundo os preceitos da PNRS, disposição final ambientalmente adequada é a distribuição ordenada de rejeitos em aterros, observando normas operacionais específicas de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança, e a minimizar os impactos ambientais adversos.

Entretanto, segundo estatísticas divulgadas na Pesquisa Nacional do Saneamento Básico de 2008 (PNSB/IBGE, 2008), do montante de resíduos domiciliares que é coletado no país, somente 58% são tratados ou destinados de forma ambientalmente adequada, os 39% restantes são destinados de forma inadequada: 20% vão para os 1.231 aterros controlados, e 19% para os 2.906 lixões espalhados pelo território brasileiro.

Embora esse quadro venha se alterando nos últimos 20 anos, sobretudo nas regiões sudeste e sul do país, tal situação se configura como um cenário de destinação reconhecidamente inadequado, que exige soluções urgente e estrutural para o setor (PNSB/IBGE, 2008).

A Tabela 1 evidencia essa mudança de cenário ao logo dos anos.

Tabela 1: - Destino dos resíduos sólidos, por unidade de destino dos resíduos.
Brasil -1989/2008

Ano	Destino final dos resíduos sólidos, por unidades de destino dos resíduos (%)		
	Vazadouro a céu aberto	Aterro controlado	Aterro sanitário
1989	88,2	9,6	1,1
2000	72,3	22,3	17,3
2008	50,8	22,5	27,7

Fonte: Adaptado de PNSB/IBGE, 2008

Outro dado importante é quanto à adequação dos municípios em relação à destinação final de resíduos no município, conforme traz a PNSB (IBGE, 2008). Segundo esta pesquisa, dos 5.564 municípios brasileiros, 4.493 dispõem os resíduos no solo do próprio município. Em relação ao local usado para disposição final de seus resíduos: em 980

municípios situa-se a menos de 1 km de aglomerados urbanos; em 730 localiza-se a menos de 1 km de áreas de proteção ambiental; apenas 2.258 possuem os locais com licença de operação válida; 753 possuem monitoramento sistemático da qualidade das águas superficiais e 601 das subterrâneas; 828 com impermeabilização de base adequada do aterro; 1.020 com sistema de drenagem de chorume e 531 com sistema de tratamento deste.

Desses resultados, destaca-se a importância não somente da operação adequada dos locais de disposição final no país, como também da estratégia inicial de localização em áreas próprias, que permitam o manejo necessário para manter a qualidade do meio em harmonia sem gerar impactos significativos à região.

3.2 Passivo ambiental

Segundo Fischer (2001), o conceito de passivo ambiental assume que os impactos ambientais, necessariamente, são externalidades, ou seja, são efeitos sofridos por terceiros, não diretamente envolvidos no empreendimento em questão.

No âmbito da economia, a expressão passivo ambiental pode ser entendida como todas as dívidas e encargos monetariamente apreciáveis, atuais ou meramente contingentes, com origem no descumprimento de deveres impostos por normas do sistema jurídico ambiental (ADAMEK, 2004, apud BROUWERS, 2013).

Na questão dos resíduos sólidos, o passivo ambiental representa a contaminação e os possíveis danos ao meio ambiente causados por armazenamento de resíduos sólidos (AREND, 2011). Ainda segundo mesmo autor, na maioria das cidades existem inúmeros passivos ambientais na forma de lixões ou depósitos ilegais de resíduos, áreas industriais abandonadas, despejos de efluentes, emissões e manejo incorreto de produtos químicos.

Em vista disto, é importante identificar e remediar áreas tidas como passivos ambientais. Neste sentido, a PNRS define em seu inciso XVIII, artigo 19, entre o conteúdo mínimo do plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos, a identificação dos passivos ambientais relacionados aos resíduos sólidos, incluindo áreas contaminadas e respectivas medidas saneadoras.

3.4 Lixão

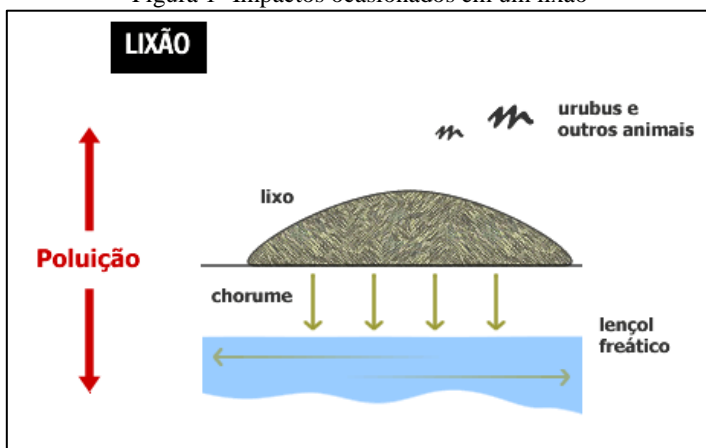
Lixão ou vazadouro, segundo a ABRELPE (2014), são compreendidos como uma forma inadequada de disposição final de

resíduos sólidos, caracterizada pela descarga de resíduos sobre o solo, sem critérios técnicos e medidas de proteção ambiental ou à saúde pública.

Os resíduos assim lançados, de acordo com FEAM (2006), acarretam problemas à saúde pública, como proliferação de vetores de doenças, geração de odores desagradáveis e, principalmente, poluição do solo e das águas superficiais e subterrâneas pelo chorume.

Os lixões ainda são o método tradicional para a disposição final do lixo em municípios onde há falta de recursos financeiros ou que não possuem ainda uma política ambiental bem definida (ABRELPE, 2013). Maus odores e a presença de micro-organismos patogênicos se constituem em elementos de degradação intensa acompanhados de diversas espécies de animais, originando riscos à saúde e ao meio ambiente (OBLADEN, 2009). A Figura 1 exemplifica os possíveis impactos ao meio ambiente ocasionados por a disposição final de resíduos em lixões.

Figura 1- Impactos ocasionados em um lixão



Fonte: <<http://www.ecocleanambiental.net.br/meioambiente.php>>.

No contexto da PNRS, os lixões e aterros controlados deveriam ser encerrados até o prazo máximo de agosto de 2014 (BRASIL, 2010), o qual não foi cumprido por parte significativa dos municípios brasileiros; além disso, nos Planos Municipais deveria haver indicação dos locais degradados por disposição inadequada de resíduos e indicação de ações de remediação e recuperação das áreas.

3.5 Aterro sanitário de resíduos sólidos urbanos

Segundo a norma NBR 8419 (ABNT, 1992), aterro sanitário é uma técnica de disposição de resíduos sólidos urbanos no solo sem causar danos à saúde pública e à sua segurança, minimizando os impactos ambientais. Conforme a FEAM (2006), este método utiliza princípios de engenharia para confinar os resíduos sólidos à menor área e volume possível, cobrindo-os com uma camada de terra na conclusão de cada jornada de trabalho.

Monteiro (2001) define aterro sanitário como sendo um método para disposição final dos resíduos sólidos urbanos, sobre terreno natural, através do seu confinamento em camadas cobertas com material inerte, geralmente solo, segundo normas operacionais específicas, de modo a evitar danos ao meio ambiente, em particular à saúde e à segurança pública.

Segundo Obladen (2009), os aterros sanitários convencionais ou mecanizados são os que se aplicam em todas as localidades com resíduos suficientes para justificar economicamente o uso de máquinas para as operações de escavação, preparo do terreno, corte de material de cobertura, movimentação, espalhamento, compactação e recobrimento do lixo.

Os resíduos que podem ser dispostos nos aterros sanitários são aqueles considerados não perigosos, ou seja, resíduos Classe IIA (por exemplo, matéria orgânica e papel), Classe IIB (por exemplo, rochas, tijolos, vidros e certos plásticos e borrachas), segundo a NBR 10.004 (ABNT, 2004), e resíduos de saúde do grupo C (por exemplo resíduos da atividade administrativa), segundo a NBR 12.808 (ABNT, 1993).

Já os resíduos de serviços de saúde com risco biológico poderão ser dispostos em aterro sanitário após tratamento prévio de esterilização e desinfecção (autoclave e micro-ondas, por exemplo) ou incineração, garantindo assim a segurança dos operadores e a diminuição dos riscos de contaminação no meio ambiente (PNSB/IBGE, 2008).

Os sistemas de proteção ambiental do aterro sanitário, definidos pela NBR 15849/2010 da ABNT como sendo componentes destinados a minimizar os impactos decorrentes do aterramento, podem ser observados na **Erro! Fonte de referência não encontrada..**

Figura 2-Operação de um aterro sanitário



Fonte: CONDER, 2012.

Os elementos de proteção ambiental definidos pela NBR 15849/2010 da ABNT estão resumidos no Quadro 1 abaixo.

Quadro 1-Sistemas de proteção ambiental de um aterro sanitário

SISTEMA DE PROTEÇÃO	DESCRIÇÃO E FUNÇÃO
Impermeabilização	Elemento de proteção destinado a isolar os resíduos do solo natural de maneira a minimizar a infiltração de lixiviados e de biogás
Drenagem de lixiviados	Conjunto de estruturas que tem por objetivo possibilitar a remoção e destinação adequada do lixiviado gerado no interior dos aterros
Tratamento de lixiviados	Instalações e estruturas destinadas à atenuação das características do lixiviado dos aterros sanitários atendendo à legislação no que tange ao descarte de efluentes
Drenagem de gases	Conjunto de estruturas que tem por objetivo possibilitar a remoção adequada dos gases gerados no interior dos aterros
Tratamento de gases	Instalações e estruturas destinadas à queima em condições adequadas ou aproveitamento dos gases drenados dos aterros sanitários
Drenagem de águas pluviais	Conjunto de estruturas que tem por objetivo captar e dispor de forma adequada as águas da chuva incidentes sobre as áreas aterradas e seu entorno

Cobertura Operacional		Camada de material aplicada sobre os resíduos ao final de cada jornada de trabalho, destinada a minimizar a infiltração das águas da chuva, evitar o espalhamento de materiais leves pela ação do vento, a presença de materiais, a proliferação de vetores e a emissão de odores
Cobertura final		Camada de material aplicada sobre os resíduos, destinada ao fechamento da área aterrada, garantindo a integridade do maciço, minimizando a infiltração das águas de chuva e possibilitando o uso futuro da área
Isolamento físico		Dispositivos que têm por objetivo controlar o acesso às instalações dos aterros, evitando desta forma a interferência de pessoas não autorizadas e animais em sua operação ou a realização de descargas irregulares de resíduos, bem como diminuir ruídos, poeira e odores no entorno do empreendimento
Monitoramento	Águas Subterrâneas	Estruturas, instrumentos e procedimentos que têm por objetivo a avaliação sistemática e temporal das alterações da qualidade das águas subterrâneas
	Águas Superficiais	Estruturas, instrumentos e procedimentos que têm por objetivo a avaliação sistemática e temporal das alterações da qualidade das águas superficiais
	Geotécnico	Instrumentos e procedimentos destinados a acompanhar o comportamento mecânico dos maciços, visando à avaliação das suas movimentações e condições de estabilidade

Fonte: Meireles (2012).

3.6 Geoprocessamento

Geoprocessamento pode ser compreendido como um conjunto de tecnologias voltadas à coleta e tratamento de informações espaciais para um objetivo específico (INPE, 2008). Segundo Silva (2011), pode ser definido ainda como uma tecnologia, isto é, um conjunto de conceitos, métodos e técnicas erigido em torno de um instrumental tornando disponível pela engenhosidade humana.

Para Silva (2009), em uma visão mais ampla, geoprocessamento pode ser compreendido como um conjunto de conceitos, métodos e técnicas que, atuando sobre bases de dados georreferenciados por

computação eletrônica, propicia a geração de análises e sínteses que consideram conjugadamente as propriedades intrínsecas e geotopológicas dos eventos e entidades identificados, criando informação relevante para apoio à decisão quanto aos recursos ambientais.

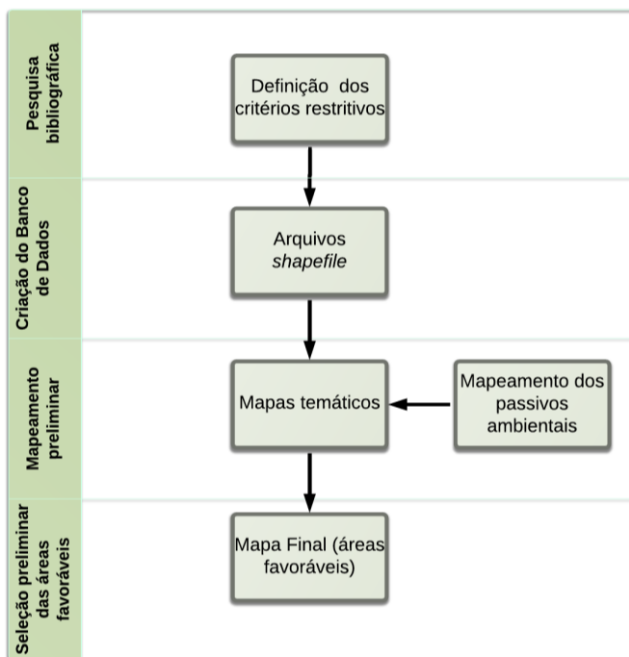
A seleção de áreas para disposição final de resíduos sólidos pode empregar ferramentas modernas, como é o caso do geoprocessamento, onde se observa importante melhora na qualidade dos resultados e facilidades em toda a operação. Essa ferramenta utiliza a manipulação de informação georreferenciada, diferentes técnicas, instrumentos, hardware e software, de forma a coletar, armazenar e processar dados geocodificados. O uso do geoprocessamento na seleção de áreas aptas a receber aterro sanitário, se mostrou eficiente em Dalmas (2008) e Ornelas (2011).

4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para alcançar o objetivo geral deste trabalho de realizar uma escolha preliminar de áreas com potencial para a instalação de um aterro sanitário na região da Associação dos Municípios do Vale do Itapocu (SC), a partir do uso de Geoprocessamento, a metodologia utilizada passou por: caracterização da área de estudo, com enfoque para as dimensões importantes a este estudo; coleta de dados com pesquisa bibliográfica e criação de banco de dados; identificação dos passivos e áreas contaminadas na região da AMVALI; e por fim, mapeamento preliminar das áreas restritivas para a implantação de aterro sanitário nessa região.

A Figura 3 mostra os procedimentos adotados na metodologia estabelecida para este trabalho.

Figura 3- Procedimentos adotados



Fonte: Elaboração própria.

As seções que seguem explicam em detalhes a metodologia e os respectivos procedimentos adotados neste trabalho.

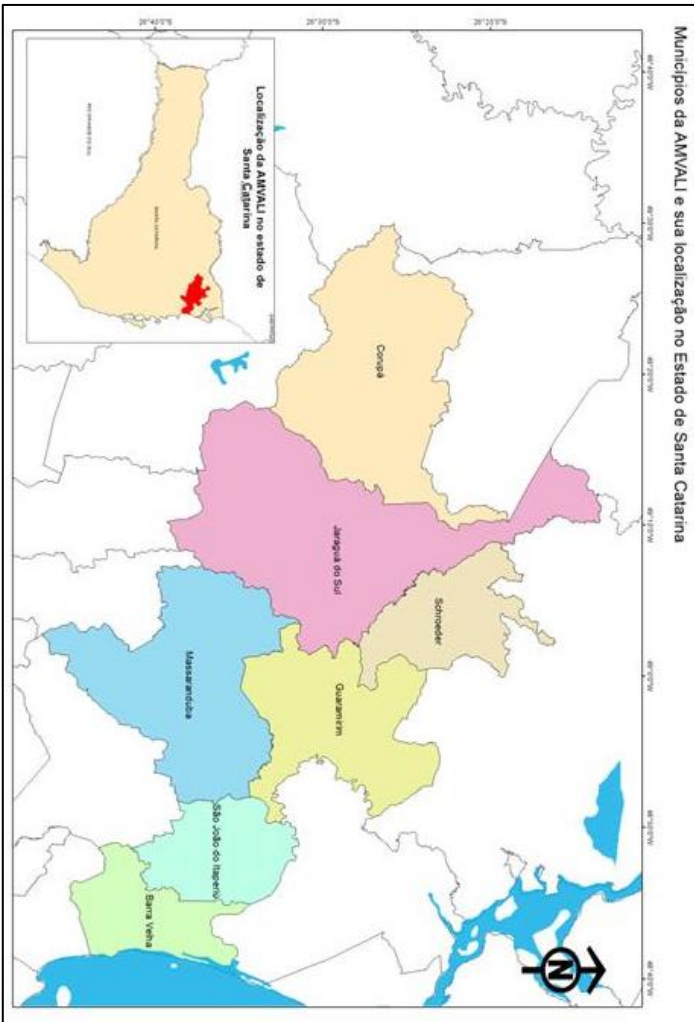
4.1. Área de estudo

A Associação dos Municípios do Vale do Itapocu (AMVALI) é uma entidade com personalidade jurídica própria, de direito privado, sem fins lucrativos, que visa à integração e representação de interesses dos municípios que a compõem. É federada à Federação Catarinense dos Municípios (FECAM), e esta, por sua vez, à Confederação Nacional de Municípios (AMVALI, 2013).

A AMVALI foi fundada em 1979, apresentando em sua composição os municípios de Barra Velha, Corupá, Guaramirim, Jaraguá do Sul, Massaranduba e Schroeder. O município de São João do Itaperiú, após emancipação política no ano de 1992, tornou-se o sétimo município a fazer parte da AMVALI, em janeiro de 1993 (AMVALI, 2013).

Os municípios da AMVALI estão localizados na porção nordeste do Estado de Santa Catarina. A região apresenta uma área total de 2.030,8 km² e faz divisa com os municípios de Araquari, Balneário Piçarras, Luiz Alves, São Bento do Sul, Rio dos Cedros, Rio Negrinho, Joinville, Blumenau, Pomerode, Campo Alegre, sendo Barra Velha limitada em sua porção leste pelo Oceano Atlântico, conforme ilustrado na Figura 4.

Figura 4 – Municípios da AMVAL e sua localização no Estado de



Fonte: Elaboração própria.

No **Erro! Fonte de referência não encontrada.** é possível erificar as divisas de cada um dos municípios, além de dados de caracterização física geral como: extensão territorial, localização geográfica, divisas e altitude.

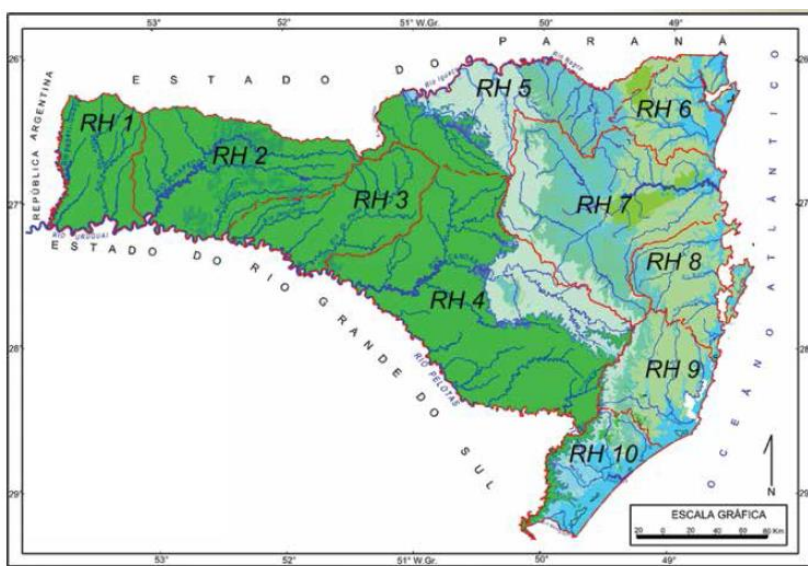
Quadro 2- Caracterização física geral dos municípios da AMVALI e divisas

Município	Área territorial (km ²)	Coordenadas geográficas	Altitude (m)	Divisas municipais
Barra Velha	140,1	26°37'56"S 48°41'05"O	35	Araquari Balneário Piçarras Luiz Alves São João do Itaperiú Oceano Atlântico
Corupá	402,8	26°25'31"S 49°14'35"O	75	São Bento do Sul Jaraguá do Sul Rio dos Cedros Rio Negrinho
Guaramirim	268,5	26°28'23"S 49°00'10"O	30	Joinville Araquari São João do Itaperiú Massaranduba Jaraguá do Sul Schroeder
Jaraguá do Sul	529,5	26°29'10"S 49°04'00"O	29	Joinville Schroeder Guaramirim Massaranduba Blumenau Pomerode Rio dos Cedros Corupá São Bento do Sul Campo Alegre
Massaranduba	374,1	26°36'38"S 49°00'30"O	38	Guaramirim São João do Itaperiú Luiz Alves Blumenau Jaraguá do Sul
São João do Itaperiú	151,4	26°37'04"S 48°46'05"O	33	Araquari Barra Velha Luiz Alves Massaranduba Guaramirim
Schroeder	164,4	26°24'45"S 49°04'23"O	38	Joinville Guaramirim Jaraguá do Sul

Fonte: Compilado de AMVALI, 2014.

Os municípios da AMVALI estão localizados na Bacia Hidrográfica do Rio Itapocu, limitada ao sul pela Bacia Hidrográfica do Rio Itajaí e ao norte pela Bacia Hidrográfica do Rio Cubatão. Em conjunto com a Bacia Hidrográfica do Rio Cubatão, compõe a Região da Baixada Norte Catarinense, classificada como Região Hidrográfica (RH) 6, conforme a Lei Estadual nº 10.949 de 09 de novembro de 1998 (SANTA CATARINA, 1998), que divide o território catarinense em dez regiões hidrográficas. A Figura 5 ilustra essa divisão.

Figura 5- Regiões hidrográficas de Santa Catarina



Fonte: Santa Catarina (2012).

As Bacias Hidrográficas dos Rios Itapocu, Itajaí e Cubatão compõem a Vertente Oceânica da Serra do Mar, numa área de transição para a Serra Geral. Em uma escala maior essas bacias compõem a Região Hidrográfica Atlântico Sul, formada pelo divisor de água Vertente Atlântica. A Vertente Atlântica abrange as bacias hidrográficas dos rios que nascem geralmente a leste da Serra Geral e parte da Serra do Mar e escoam para o Atlântico, tais como os rios Itapocu, Itajaí, Tijucas, Cubatão e Tubarão (SEVEGNANI, 2013). Na Figura 6, é possível observar a localização da Vertente Atlântica no Estado de Santa Catarina.

Figura 6- Conjuntos de regiões hidrográficas de Santa Catarina.



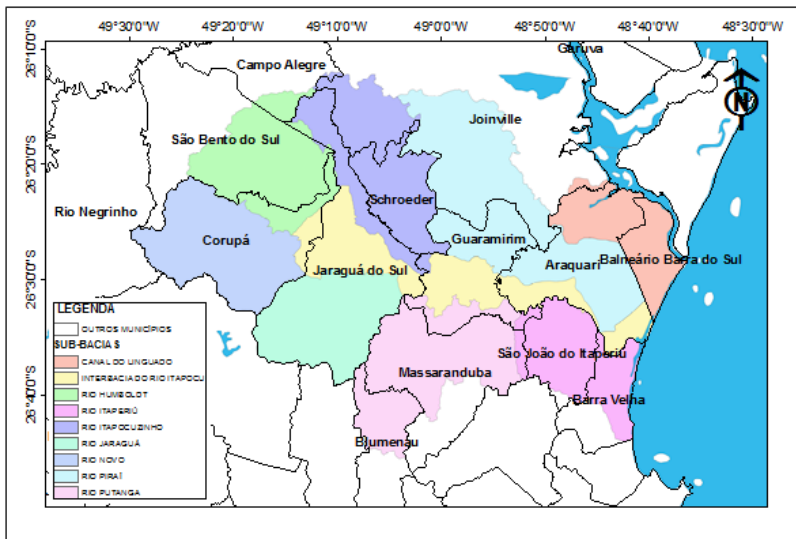
Fonte: Inventário Florístico Florestal de Santa Catarina (2012).

O Rio Itapocu, principal corpo hídrico da bacia hidrográfica em questão, se forma em Corupá, na confluência dos rios Humboldt e Novo, a 90 quilômetros da foz, localizada no município de Barra Velha. Suas águas são utilizadas principalmente para abastecimento urbano, atividades industriais, agricultura, irrigação, agroindústria e mineração. Este rio tem como principais afluentes os rios Humboldt, Novo, Jaraguá, Itapocuzinho, Putanga, Itaperiú e Piraí (AMVALI, 2013).

Com uma área de drenagem na ordem de 3152,02 km² (HOLLER, 2012) essa bacia hidrográfica é formada pelas sub bacias dos rios Humboldt, Novo, Jaraguá, Itapocuzinho, Putanga, Itaperiú e Piraí, pelo Canal do Linguado e pela Interbacia do Rio Itapocu. Dos municípios pertencentes à AMVALI, a bacia do Itapocu abrange integralmente os municípios de Corupá, Guaramirim, Schroeder e Jaraguá do Sul e, parcialmente, Barra Velha, Massaranduba e São João do Itaperiú, como pode ser observado na Figura 7. **Erro! Fonte de referência não encontrada.** Outros municípios como Balneário Barra do Sul, Araquari, Joinville, Campo Alegre, São Bento do Sul e Blumenau

também fazem parte da bacia do Rio Itapocu, no entanto, esses municípios não são membros da AMVALI.

Figura 7- Sub bacias na Bacia Hidrográfica do Rio Itapocu



Fonte: Elaboração própria.

O relevo é um aspecto do terreno crucial quando se trata de planejamento territorial, e em relação a este, a Vertente Atlântica apresenta o relevo mais acidentado do Estado de Santa Catarina, delimitada ao norte pela Serra do Mar e mais ao centro e sul pela Serra Geral. Por sobre o relevo acidentado da Vertente Atlântica, embasado por planícies, escoam numerosos córregos, ribeirões e rios pertencentes às pequenas ou grandes bacias hidrográficas, como no caso a Bacia Hidrográfica do Itapocu (SEVEGNANI, 2013).

A região da AMVALI apresenta altitudes que variam do nível no mar, no município litorâneo de Barra Velha, a picos com altitudes superiores a mil metros, localizados nos municípios de Jaraguá do Sul e Corupá. Entre esses extremos, há a predominância de planícies com menor gradiente de altitude, nos municípios de São João do Itaperiú e Guarimir (AMVALI, 2013).

Em relação aos aspectos climatológicos, a Bacia Hidrográfica do Rio Itapocu se encontra localizada na zona temperada, no tipo fundamental “Cf”, segundo a classificação de Köppen. Apresenta clima

temperado úmido com quatro estações bem distintas, verão quente e chuva bem distribuída ao longo de todos os meses (SEVEGNANI, 2013).

Segundo o Sistema de Classificação da Vegetação Brasileira adotado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2012), a região da Bacia Hidrográfica do Rio Itapocu faz parte do Bioma Mata Atlântica. A Lei Federal 11.428 de dezembro de 2006 (BRASIL, 2006), considera Mata Atlântica as seguintes formações florestais e ecossistemas associados:

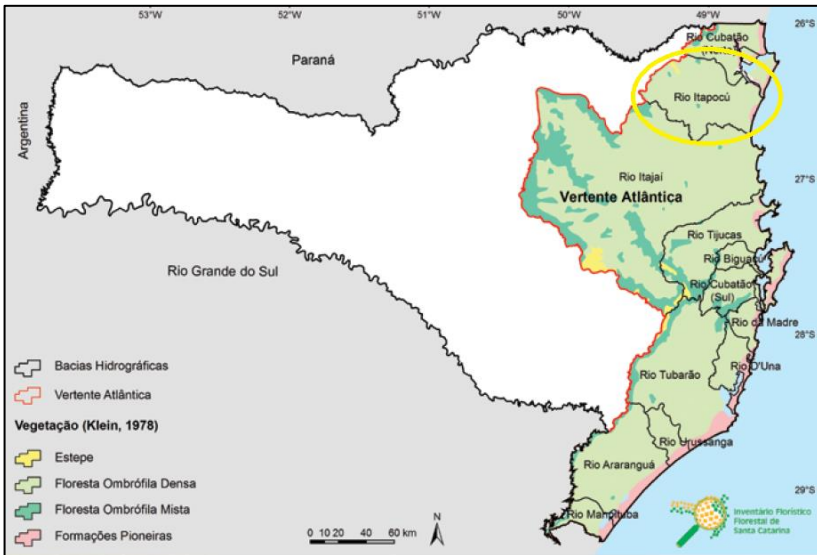
Floresta Ombrófila Densa; Floresta Ombrófila Mista, também denominada de Mata de Araucárias; Floresta Ombrófila Aberta; Floresta Estacional Semidecidual; e Floresta Estacional Decidual, bem como os manguezais, as vegetações de restingas, campos de altitude, brejos interioranos e encaves florestais do Nordeste.

Ainda segundo essa lei, o corte e a supressão de vegetação primária ou nos estágios avançado e médio de regeneração do Bioma Mata Atlântica ficam vedados quando:

[...] abrigar espécies da flora e da fauna silvestres ameaçadas de extinção, em território nacional ou em âmbito estadual, assim declaradas pela União ou pelos Estados, e a intervenção ou o parcelamento puserem em risco a sobrevivência dessas espécies; exercer a função de proteção de mananciais ou de prevenção e controle de erosão; formar corredores entre remanescentes de vegetação primária ou secundária em estágio avançado de regeneração; proteger o entorno das unidades de conservação; ou possuir excepcional valor paisagístico, reconhecido pelos órgãos executivos competentes do Sistema Nacional do Meio Ambiente – SISNAMA.

Na Bacia Hidrográfica do Rio Itapocu ocorre o predomínio das formações florestais de Floresta Ombrófila Densa, com presença de Floresta Ombrófila Mista nas zonas mais elevadas, além de uma área de transição entre essas duas formações vegetais exuberantes. Esta heterogeneidade ambiental possibilita elevada diversidade de espécies de fauna e flora (VIBRANS, 2012). A Figura 8 ilustra as formações vegetais presentes na Vertente Atlântica de Santa Catarina, em destaque, a Bacia do Itapocu.

Figura 8- Formações Vegetais na Vertente Atlântica- Santa Catarina



Fonte: Inventário Florístico Florestal de Santa Catarina (2012).

4.2 Procedimentos de coleta de dados

A coleta de dados se dividiu duas etapas: primeiramente, na pesquisa bibliográfica, relativa ao levantamento de critérios restritivos quanto à seleção das áreas favoráveis para a disposição final ambientalmente adequada de rejeitos. Posteriormente, a pesquisa recorre ao levantamento e constituição de um banco de dados, de arquivos em formato *shapefile*¹, servindo de base para confecção dos mapas temáticos das feições relevantes.

4.2.1 Pesquisa bibliográfica e documental

A pesquisa de critérios restritivos quanto à seleção das áreas favoráveis para a disposição final ambientalmente adequada de rejeitos se deu a partir de pesquisa bibliográfica em livros, normas técnicas e legais, e outras publicações referentes ao tema.

¹ Shapefile- Arquivo vetorial que relaciona o formato, localização e atributos. Podem ser representados no formato pontos, linhas e polígonos.

Os critérios restritivos quanto à seleção das áreas favoráveis estão discriminados no Quadro 3. Tais critérios serviram como base para o mapeamento preliminar das áreas restritivas à implantação de um local para disposição final de rejeitos.

Quadro 3- Critérios adotados para identificação preliminar de áreas restritivas quanto à disposição final de resíduos

Item	Descrição	Fonte
Uso do solo	As áreas devem estar fora dos limites das áreas de unidades de conservação ambiental, visto que o local escolhido deve ser tal que minimize o potencial impacto ambiental e sanitário.	Interpretação da NBR 15.849 (2010)
	Distância mínima do limite da área útil do aterro a núcleos populacionais vizinhos de 500 metros.	NBR 15.849 (2010)
Distância dos corpos hídricos	As áreas não devem estar a menos de 200 metros dos corpos d'água.	NBR 15.849 (2010)
Cobertura vegetal	Devem-se evitar áreas onde há presença de remanescentes florestais.	Interpretação da NBR 15.849 (2010)
Distância das zonas de cisalhamento e diques.	As áreas não devem estar a menos de 200 metros das fraturas ou falhas geológicas.	Metodologia adotada por CALIJURI (2002), DALMAS (2008), e MELO (2008)
Domínio geológico	Exclusão dos solos com porosidade elevada.	Metodologia adotada por (LANGER 1995, <i>apud</i> MELO 2008)
Topografia	Exclusão dos locais com declividade superior a 1% e inferior a 30%.	NBR 15.849 (2010)

Fonte: Elaboração própria.

4.2.2 Criação do Banco de Dados de arquivos Georreferenciados

Depois de estabelecidos os critérios utilizados para o mapeamento de áreas não aptas à disposição final de rejeitos em aterro

sanitário, foram criados mapas temáticos em ambiente SIG (Sistema de Informações Geográficas) para identificação das feições de interesse e posterior cruzamento de fatores de relevância, para tal, foi necessária a criação de um banco de dados em ambiente SIG. As fontes utilizadas para geração de cada mapa temático se encontram discriminadas a seguir.

i. Uso do solo

Em relação ao uso do solo, as áreas para disposição final de resíduos domiciliares em aterro sanitário devem estar fora dos limites das áreas de preservação ambiental e fora da zona urbana, definida segundo os planos diretores municipais.

ii. Unidades de Conservação

Segundo a NBR 15.849 (2010), o local de escolha de instalação de um aterro sanitário deve ser tal que minimize o impacto ambiental a ser causado pelo empreendimento. Deste modo, a análise preliminar de seleção das áreas favoráveis para disposição final de rejeitos excluiu as áreas tidas como Unidades de Conservação.

A Lei Federal nº 9.985 de 18 de julho de 2000 (BRASIL, 2000), que institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC), em seu art. 2º, §1º, define Unidade de Conservação como:

[...] o espaço territorial e seus recursos ambientais, incluindo as águas jurisdicionais, com características naturais relevantes, legalmente instituído pelo Poder Público, com objetivos de conservação e limites definidos, sob regime especial de administração, ao qual se aplicam garantias adequadas de proteção.

Para o mapeamento das Unidades de Conservação no território da AMVALI, foi utilizado arquivos em formato *shapefile*, disponibilizado pela AMVALI, esses arquivos foram elaborados a partir da compilação de informações do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), Ministério do Meio Ambiente (MMA), Órgão Estadual de Meio Ambiente (OEMA), Cadastro Nacional de Unidades de Conservação (CNUC). Cabe ressaltar

que nesta análise não foi levado em consideração as zonas de amortecimento das respectivas Unidades de Conservação.

iii. Perímetro urbano

Para este critério foram identificados os perímetros urbanos, determinados pelos planos diretores municipais, segundo dados disponibilizados pela AMVALI, em arquivo no formato *shapefile*. O objetivo dessa análise foi garantir que as possíveis áreas favoráveis para disposição final de resíduos estejam de acordo com o zoneamento da região, como preconiza a NBR 15.849 (ABNT, 2010), de modo a excluí-las do processo de seleção de áreas.

Essa NBR recomenda também uma distância mínima do limite da área útil do aterro a núcleos populacionais vizinhos de 500 metros. Deste modo, foram criados *buffers* de 500 metros das áreas tidas como urbanas, posteriormente, essas áreas foram excluídas do processo de seleção de áreas aptas a receber aterro sanitário.

iv. Distância dos corpos hídricos

A NBR 15.849 (ABNT, 2010) estabelece que as áreas para a construção de um aterro sanitário devem estar a uma distância mínima de 200 metros de qualquer coleção hídrica ou curso de água. Para delimitar as distâncias dos corpos d'água, foram gerados *buffers* (200 metros) do mapa hidrográfico da área de estudo, disponibilizado pela Epagri/IBGE (2004) em sua Mapoteca Topográfica Digital de Santa Catarina. A geração de *buffers* foi realizada em ambiente SIG. Deste modo, a análise preliminar de seleção das áreas favoráveis para disposição final de rejeitos excluiu as áreas localizadas a menos de 200 de qualquer coleção hídrica na área de estudo.

v. Cobertura vegetal

O mapa temático dos remanescentes florestais de Mata Atlântica foi elaborado utilizando-se a base dados do Atlas da Evolução dos Remanescentes Florestais e Ecossistemas Associados no Domínio da Mata Atlântica elaborado pela Fundação SOS Mata Atlântica e Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais.

Segundo a NBR 15.849 (2010), o local de escolha de instalação de um aterro sanitário deve ser tal que minimize o impacto ambiental a ser causado pelo empreendimento. Deste modo, a análise preliminar de

seleção das áreas favoráveis para disposição final de rejeitos deve excluir as áreas de remanescentes florestais de Mata Atlântica.

vii. Distância das zonas de cisalhamento e diques

A análise geológica com a determinação de falhas e fraturas geológicas é fundamental uma vez que essas áreas podem acarretar uma susceptibilidade de aquíferos subterrâneos. Deste modo, foram gerados *buffers* de 200 metros a partir das fraturas e falhas geológicas, com posterior exclusão dessas áreas na análise preliminar de seleção das áreas favoráveis para disposição final de rejeitos, seguindo metodologia adotada por CALIJURI (2002), DALMAS (2008) e MELO (2008).

Como base de dados, foram utilizados *shapefiles* disponibilizados pelo Sistema de Informações Geográficas do Serviço Geológico do Brasil em seu sítio digital (CPRM, 2007).

viii. Domínio geológico

De acordo com o Serviço Geológico do Brasil, pode-se entender domínio geológico-ambiental como “um agrupamento de conjuntos estratigráficos de comportamento semelhante frente ao uso e ocupação” (CPRM, 2012).

Segundo (LANGER 1995, apud MELO 2008), um terreno é adequado para a disposição de resíduos sólidos quando promover a proteção da água subterrânea contra a contaminação por lixiviados. Para isso, deve apresentar características como: baixo fluxo de água subterrânea, baixa permeabilidade; grande espessura e homogeneidade do material geológico, entre outros.

Nesse sentido, foi realizado em ambiente SIG o mapeamento dos Domínios Geológicos da região da AMVALI, utilizando como base de dados arquivos *shapefiles* disponibilizados pelo Sistema de Informações Geográficas do Serviço Geológico do Brasil em seu sítio digital (CPRM, 2007). Através desse mapeamento, foi possível a exclusão dos solos com porosidade elevada.

ix. Relevo

O relevo é um aspecto do terreno que deve ser conhecido em estudos e análises espaciais que lidam com questões relacionadas à organização, planejamento e gestão do espaço geográfico. As formas tradicionais de representação do relevo através de curvas de nível e

pontos cotados não permitem a realização de análises numéricas, simulações e modelagens eficientes (ORNELAS, 2011). Nesse contexto, os modelos digitais de elevação (MDE), ou modelos digitais de terreno (MDT) servem como uma boa representação matemática da distribuição do relevo em uma área estudada.

Para a região da AMVALI foi criado um modelo MDT a partir de arquivos no formato *raster*², gerados com dados obtidos dos radares a bordo do ônibus espacial ENDEAVOUR, no projeto SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*), uma parceria das agências espaciais dos Estados Unidos (NASA e NIMA), Alemanha (DLR) e Itália (ASI).

O MDT (Modelo Digital de Terreno) foi gerado a partir do mosaico digital das curvas de nível, obtidas pela modelagem em ambiente SIG de arquivos (SRTM) *Shuttle Radar Topography Mission*, em formato *raster*. Esses arquivos estão disponibilizados pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) em seu sítio digital.

Esse Modelo Digital de Elevação serviu de base para a obtenção do Mapa de Declividade do Terreno, através de triangulação “*triangulated irregular network*” (TIN) em ambiente SIG. O mapa de Declividade do Terreno foi dividido em quatro classes de declive, em porcentagem, uma vez que a NBR 15.849 (ABNT, 2010) recomenda a escolha de locais com declividade superior a 1% e inferior a 30% para localização de aterros sanitários. Deste modo, áreas com declividade acima de 30% e inferiores a 1% foram excluídas na seleção das áreas favoráveis para disposição final de rejeitos.

4.3 Identificação dos passivos ambientais e áreas contaminadas

O Plano Intermunicipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (AMVALI, 2014) levantou uma série de locais de disposição irregular de resíduos domiciliares, da construção civil e demolição, volumosos, tóxicos, inertes e agrossilvopastoris. Esses pontos foram identificados, mapeados e classificados como passivos ambientais, uma vez que expressam o acúmulo de danos praticados ao meio natural por intervenções humanas, os quais muitas vezes não podem ser mensurados economicamente.

² Raster- Matriz ou grade formada por pixels, dotados de coordenadas e atributos

Como essas áreas já necessitam de recuperação ambiental, elas representam uma opção para a disposição final de rejeitos, desde que atendam aos critérios anteriormente abordados. Portanto, neste trabalho, para levantamento de tais dados recorreu-se ao Diagnóstico do PIGIRS da AMVALI.

Devido à necessidade de grandes áreas para a instalação de um aterro sanitário, foram selecionadas e mapeadas somente as áreas de passivo ambiental de grande extensão na AMVALI, tais como: antigos lixões e áreas de bota fora.

4.4 Mapeamento preliminar das áreas restritivas para a implantação de local para disposição final de rejeitos

As técnicas de geoprocessamento permitem a análise de múltiplos critérios e a obtenção de um único índice de avaliação. Sendo o objetivo deste trabalho a pré-seleção de áreas adequadas à implantação de aterro sanitário na região da AMVALI, foram analisados os seguintes critérios: uso do solo; distâncias dos corpos hídricos; cobertura vegetal; distâncias das zonas de cisalhamento; domínio geológico; relevo; e áreas de passivo ambiental.

O desafio na avaliação multicritério está em combinar as informações desses critérios para formar um único índice de avaliação, no caso deste estudo, um mapa com as áreas adequadas à implantação de aterro sanitário.

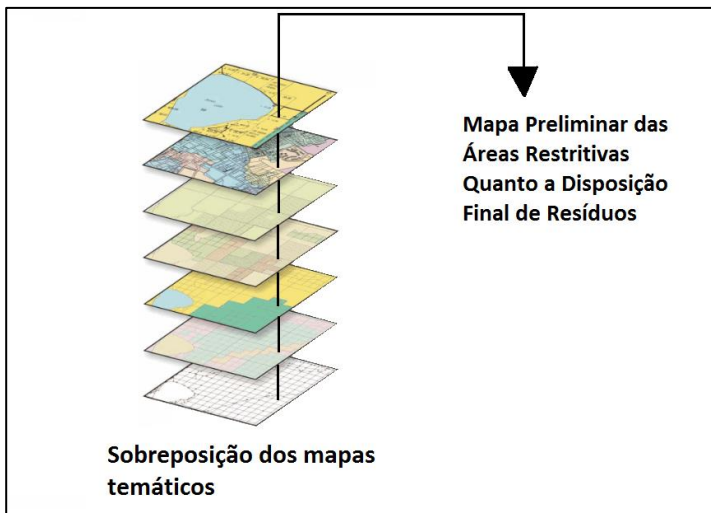
Em ambiente SIG os critérios podem ser classificados basicamente em dois tipos: restrição ou fatores. Os critérios tidos como restrição são aqueles de caráter booleano (0 ou 1, sim e não) e servem para a exclusão ou inclusão de determinadas áreas. Os fatores, por outro lado, são critérios que definem graus de aptidão para a área considerada.

Neste trabalho em especial serão realizadas operações exclusivamente booleanas, ou seja, os diferentes critérios serão combinados, com o intuito de se chegar a um mapeamento das áreas aptas à implantação de um aterro sanitário, bem como das áreas não aptas.

Para isso, a modelagem em ambiente SIG foi realizada através de análises de sobreposição (*overlay*) dos mapas temáticos gerados (Figura 9). Essa modelagem simples permite integrar as informações e os diversos critérios anteriormente abordados. Deste modo, se torna possível identificar áreas em que não ocorrem características que as

tornem restritivas quanto à disposição final de rejeitos em aterro sanitário.

Figura 9- Sobreposição de mapas temáticos



Fonte: Elaboração própria.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nessa seção são descritos os resultados obtidos com a aplicação das metodologias apresentadas anteriormente. Em seguida, é apresentado o mapeamento preliminar das áreas restritivas a implantação de aterro sanitário para disposição final de rejeitos. Todos os mapas aqui apresentados poderão ser consultados, em escala maior, no Apêndice deste trabalho.

5.1 Critério Uso do Solo

Em relação ao uso do solo, as áreas para disposição final de resíduos deve ser tal que minimize o impacto ambiental a ser causado pelo empreendimento. Quanto a este critério, foram analisadas duas variáveis, distância em relação a unidades de conservação e perímetro urbano, conforme relatado a seguir.

5.1.1 Unidades de Conservação

Para esse mapeamento foi utilizada a base de dados disponibilizada pela AMVALI em arquivo *shapefile*, com informações compiladas do IBAMA, ICMBio, MMA, OEMA, CNUC. Segundo essa base de dados, a região da AMVALI conta com seis Unidades de Conservação em seu território, as quais seguem demonstradas no Quadro 4.

Quadro 4- Unidades de Conservação no território da AMVALI

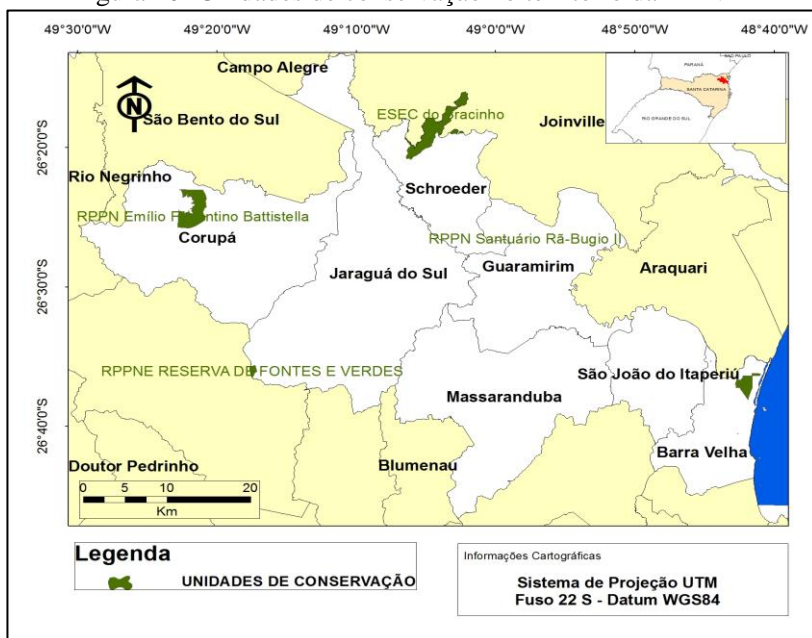
Nome UC	UF	Jurisdição	Categoria	Município	Bioma	Ato legal
RPPN Santuário Rã-Bugio I	SC	Federal	Reserva Particular do Patrimônio Natural	Guaramirim	Mata Atlântica	Portaria ICMBio 2, de 01/02/2008
RPPN Santuário Rã-Bugio II	SC	Federal	Reserva Particular do Patrimônio Natural	Guaramirim	Mata Atlântica	Portaria ICMBio 16, de 18/03/2008
RPPN Emílio Florentino Battistella	SC	Federal	Reserva Particular do Patrimônio	Corupá	Mata Atlântica	Decreto n°1922 de 5 de junho de 1996

			Natural				
ESEC do Bracinho	SC	Estadual	Estação Ecológica	Joinville, Schroeder	Mata Atlântica	Decreto 22.768, de 1984	
RPPNE Reserva de Fontes e Verdes	SC	Estadual	Reserva Particular do Patrimônio Natural	Jaraguá do Sul e Rios dos Cedros	Mata Atlântica	Portaria FATMA n°088/2012	
PNM Caminho do Peabirú	SC	Municipal	Parque Natural Municipal	Barra Velha	Mata Atlântica	Decreto n° 428, de 19 de junho de 2007	

Fonte- Elaboração própria.

Conforme metodologia adotada neste trabalho, as Unidades de Conservação presentes no território da AMVALI foram mapeadas em ambiente SIG (Figura 10). Por se tratarem de áreas restritivas quanto a critérios técnicos, legais e ambientais, elas foram excluídas do processo de seleção de áreas adequadas à implantação de aterro sanitário.

Figura 10- Unidades de conservação no território da AMVALI



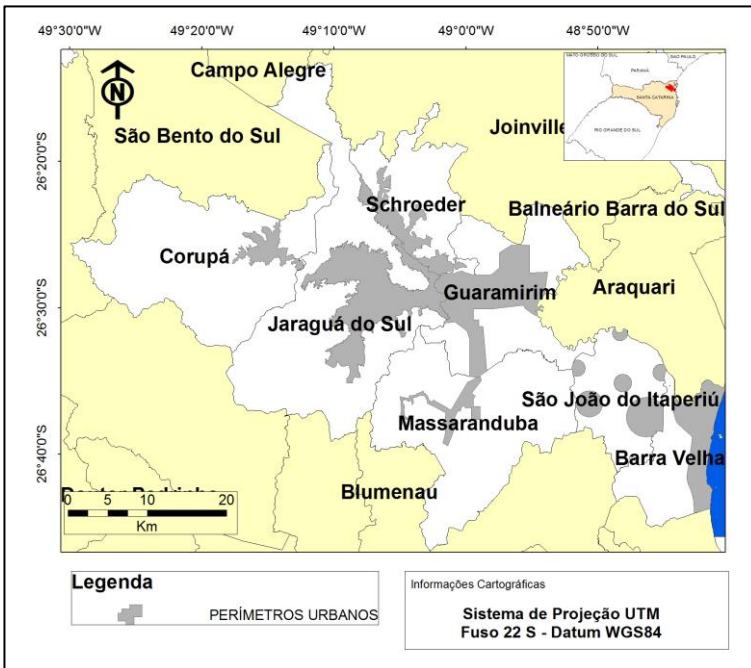
Fonte: Elaboração própria.

5.1.2 Perímetro Urbano

Para este critério, primeiramente foram identificadas e mapeadas em ambiente SIG as áreas residenciais urbanas. Posteriormente, foram criados *buffers* ou áreas circunvizinhas de 500 metros além do limite dessas áreas, de modo a seguir as orientações da NBR 15.849 (2010) quanto à localização de aterros sanitários, que traz também que é necessário que esteja de acordo com a legislação de uso e ocupação do solo, com a legislação ambiental e demais normas pertinentes.

Como essa NBR recomenda uma distância mínima do limite da área útil do aterro a núcleos populacionais vizinhos de 500 metros, as áreas tidas como urbanas foram excluídas do processo de seleção de áreas aptas a receber aterro sanitário. A Figura 11 traz a delimitação gerada a partir deste critério.

Figura 11- Perímetros Urbanos dos municípios da AMVALI

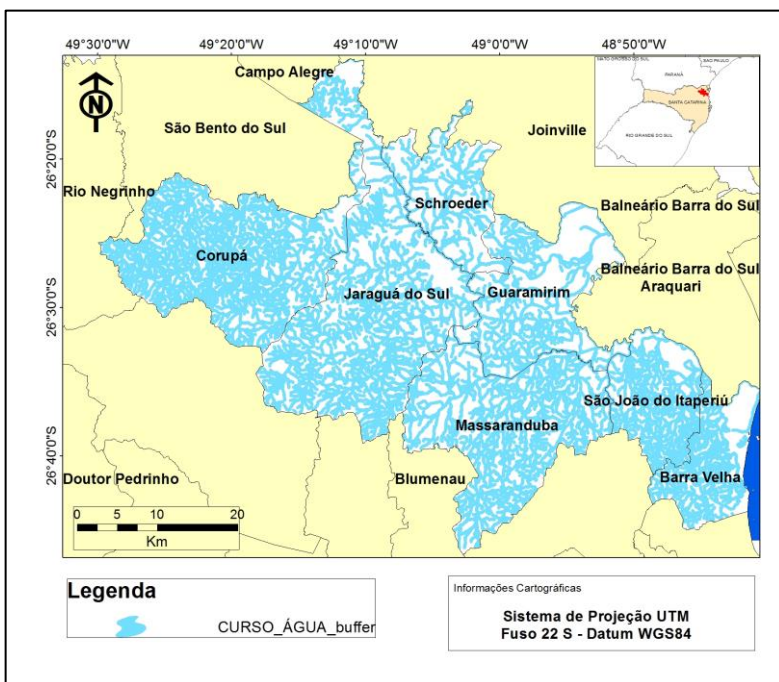


Fonte: Elaboração própria.

5.2 Critério Distância dos Corpos Hídricos

Com o auxílio da ferramenta “*Buffer*”, que permite criar uma área circunvizinha em ambiente SIG, foram criados *buffers* ou *áreas circunvizinhas* de 200 metros em relação a qualquer corpo hídrico presente no mapa hidrográfico (Figura 12). Atendendo à recomendação da norma NBR 13.896 (ABNT, 1997), considerou-se como fator restritivo essa área formada pelo *buffer* de 200 metros para cada uma das margens dos corpos hídricos. Deste modo, essas áreas foram excluídas do processo de seleção de áreas aptas à implantação de aterro sanitário.

Figura 12- Hidrografia da região da AMVALI com *buffers* aplicados



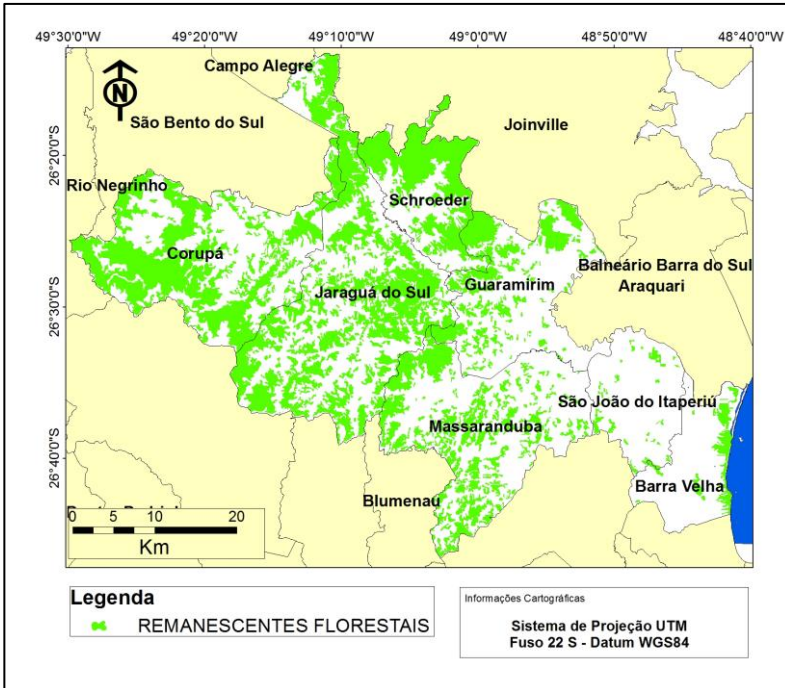
Fonte: Elaboração própria.

5.3 Critério Cobertura Vegetal

A identificação de remanescentes florestais em estágio de regeneração ou conservação foi realizada em ambiente SIG. A fim de minimizar os impactos da instalação de um aterro sanitário, as áreas de remanescentes florestais foram excluídas do processo de seleção de

áreas aptas a receber tal empreendimento. A Figura 13 traz o mapa gerado a partir deste critério.

Figura 13- Remanescentes Florestais de Mata Atlântica na região da AMVALI

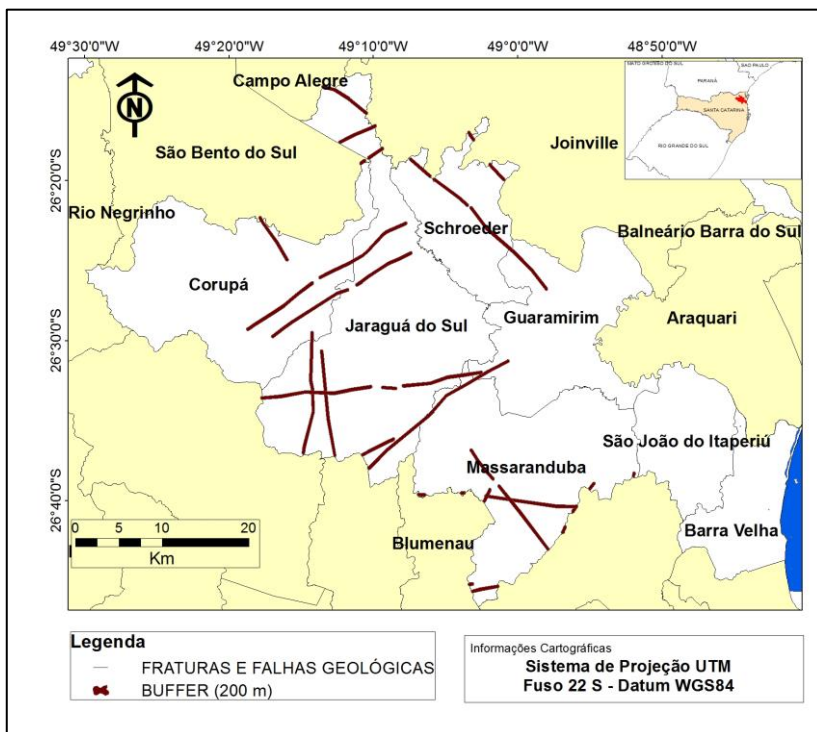


Fonte: Elaboração própria.

5.4 Critério Distância das zonas de cisalhamento e diques

Conforme a metodologia apresentada, foram mapeadas as zonas de cisalhamentos e suas respectivas áreas de influência (buffer de 200m). Por se tratarem de regiões que permitem a infiltração e o acesso ao lençol freático, essas áreas foram excluídas do mapeamento de áreas aptas a receber aterro sanitário. Conforma exposto na Figura 14.

Figura 14- Fraturas e falhas geológicas na região da AMVALI



Fonte: Elaboração própria.

5.5 Critério Domínio geológico

O mapa do Domínio Geológico da região da AMVALI, gerado conforme metodologia apresentada possibilitou a exclusão dos domínios geológicos que apresentavam porosidade primária elevada (acima de 30%), no caso o domínio “depósitos inconsolidados”, composto por areia, cascalho, silte, argila e turfa, representados no mapa da Figura 15 pela cor azul claro.

Figura 15- Domínio geológico na região da AMVALI

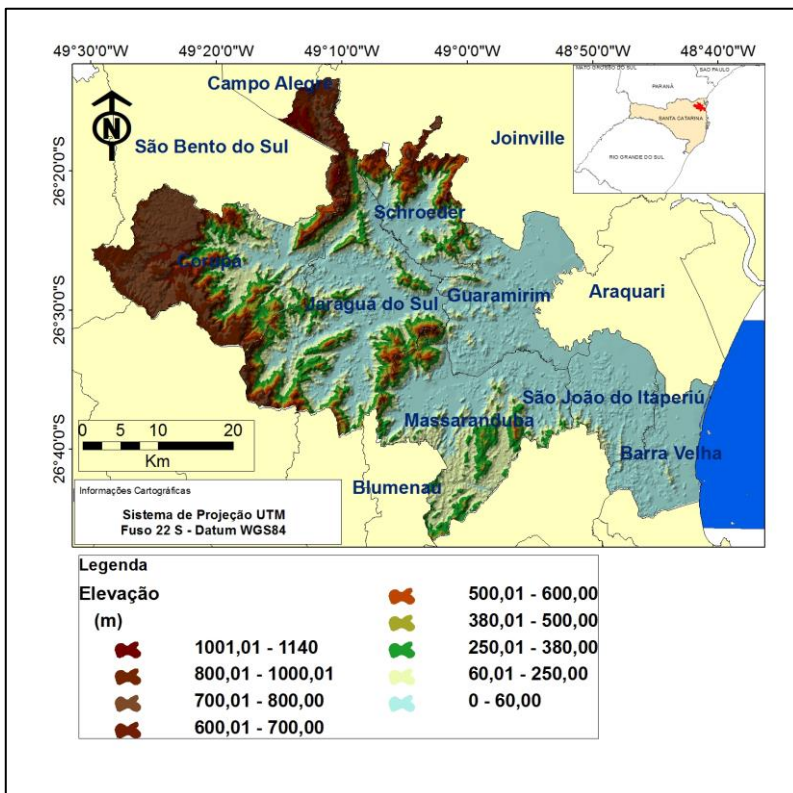


Fonte: Elaboração própria.

5.6 Critério Relevo

A Figura 16 ilustra o MDT (Modelo Digital de Terreno) obtido para a região da AMVALI. Nela está evidenciado o relevo acentuado na região de Corupá e Jaraguá do sul, além das planícies na região litorânea.

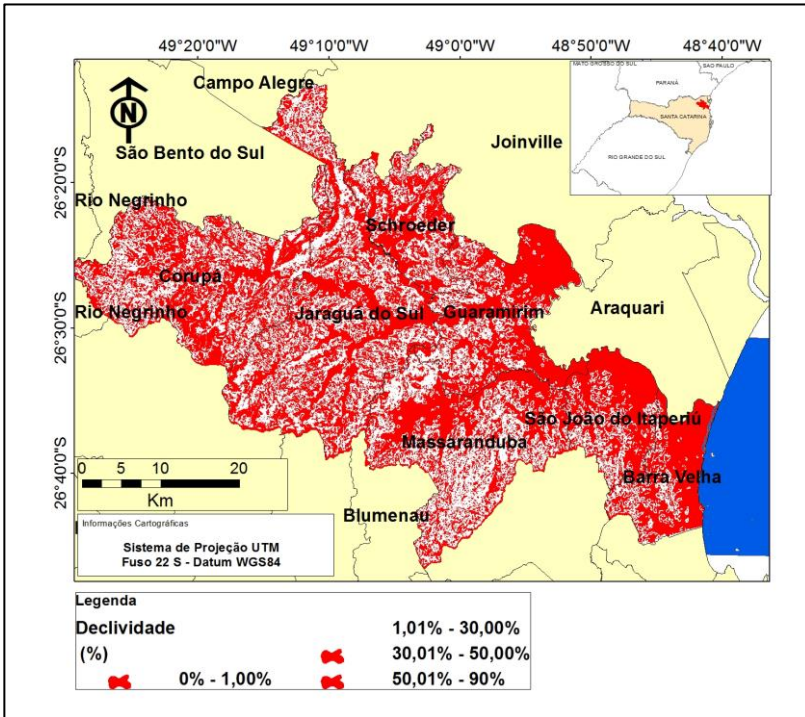
Figura 16- Modelo Digital de Elevação



Fonte: Elaboração própria.

A partir do MDT foi obtido o Mapa de Declividade do Terreno (Figura 17), por meio de triangulação “*triangulated irregular network*” (TIN) em ambiente SIG. O mapa de Declividade do Terreno obtido conforme metodologia apresentada ilustra as áreas favoráveis para disposição final de rejeitos, representadas no mapa da Figura 17 pela cor branca.

Figura 17- Mapa de declividade do terreno na região da AMVALI



Fonte: Elaboração própria.

5.7 Critério Passivos Ambientais e Área Contaminadas

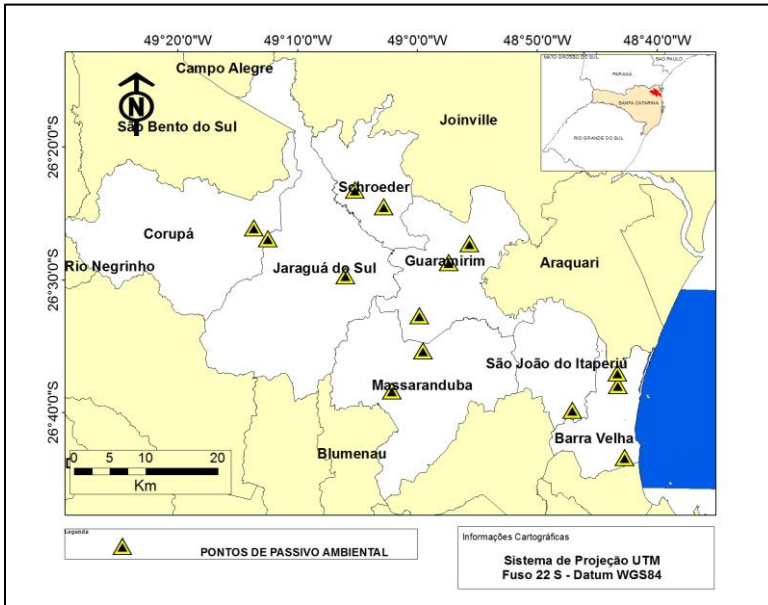
Usando dados obtidos do diagnóstico do Plano Intermunicipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (AMVALI, 2014), foram elencados os pontos de passivos ambientais (**Erro! Autoreferência de indicador não válida.**). Em destaque (cor vermelha) estão evidenciados os pontos tidos como passivos ambientais de grande extensão. Esses pontos foram então mapeados (Figura 18), e cruzados com as áreas aptas à implantação de aterro sanitário.

Quadro 5- Pontos de passivos ambientais na região da AMVALI

	DESCRIÇÃO	COORDENADAS GEOGRÁFICAS		OBSERVAÇÃO
BARRA VELHA	Antigo Lixão	26°36'23,3"S	48°42'49,26" O	Utilizado pela Prefeitura
	Bota-Fora de Itajuba	26°42,757'S	48°42,097'O	Utilizado pela Prefeitura
	Bota-Fora de Vila Nova	26°37,322'S	48°42,774'O	Utilizado pela Prefeitura
	Entulho de obra	26°41'54,53"S	48°40'58,64"O	-
CORUPÁ	Acúmulo de resíduos	26°26'24,13"S	49°14'51,49" W	Depósito irregular de entulho
	Acúmulo de resíduos	26°26'23,71"S	49°14'56,13" W	Depósito irregular de entulho - terreno baldio
	Bota-fora da Prefeitura	26°25'52,28"S	49°13'25,06" W	Bairro Itapocu
	Antigo lixão	26°26'42,13"S	49°12'15,50" W	-
GUARAMIRIM	Antigo lixão	26°32'20,17"S	48°59'28,16" W	-
	Antigo bota-fora	26°28'16,75"S	48°57'04,69" W	Utilizado pela Prefeitura
	Bota-fora	26°26'49,70"S	48°55'22,27" W	Utilizado pela Prefeitura
JARAGUÁ DO SUL	Antigo lixão	26°29,389"S	49°5,723"W	Atual área da Arena Jaraguá
MASSARANDU BA	Antigo Lixão	26°38'01"S	49°01'41"W	-
	Acúmulo de resíduos	26°37'25"S	49°00'38"W	Entulho e móveis, rua XI de novembro, centro
	Acúmulo de resíduos	26°40'35"S	48°56'57"W	Matéria orgânica, casinha PEV
	Acúmulo de resíduos	26°42'06"S	49°01'13"W	Matéria orgânica
	Acúmulo de resíduos	26°35'44"S	48°59'18"W	Resíduos de construção
	Acúmulo de resíduos	26°36'42"S	49°00'55"W	Resíduos de construção
	Acúmulo de resíduos	26°40'44"S	48°57'11"W	Matéria orgânica, casinha PEV
	Acúmulo de resíduos	26°42'30"S	49°01'53"W	Matéria orgânica, casinha PEV
	Acúmulo de resíduos	26°38'26"S	48°54'07"W	Matéria orgânica
	Acúmulo de resíduos	26°42'05"S	48°59'07"W	Matéria orgânica, casinha PEV
	Acúmulo de resíduos	26°40'20"S	48°55'30"W	Matéria orgânica
	Acúmulo de resíduos	26°39'48"S	48°56'47"W	Matéria orgânica
	Acúmulo de resíduos	26°34'58"S	48°59'8"W	Bota-fora prefeitura
SÃO JOÃO ITAPERIÚ	Antigo Lixão	26°39'15,71"S	48°46'32,35" W	-
SCHROEDER	Antigo Lixão	26°24'09"S	49°02'35"W	-
	Antigo Bota fora	26°23'37"S	49°05'34"W	Antigo Aterro de Resíduos Tóxicos NATUREZA

Fonte: Adaptado de AMVALI (2014)

Figura 18- Pontos de passivo ambiental de grande extensão na AMVALI



Fonte: Elaboração própria.

5.8 Mapeamento preliminar das áreas restritivas para a implantação de aterro sanitário

Com o cruzamento dos mapas temáticos produzidos, conforme demonstrado nas seções anteriores para cada critério adotado, foi possível obter um mapa preliminar das áreas restritivas à implantação de aterro sanitário, conforme pode ser observado na Figura 19.

Nesse mapa preliminar, as áreas em branco indicam as regiões com potencial para o empreendimento, enquanto as áreas em vermelho representam as áreas proibitivas. Esse mapa reflete as características da área estudada, composta por uma densa rede hídrica, relevos acentuados e solos porosos, principalmente nas áreas próximas ao litoral.

Dentre os critérios restritivos, pode-se destacar o relevo acentuado da região, onde a exclusão das áreas com declividade acima de 30% e inferiores a 1% contribuiu para a redução das áreas aptas. Outro fator que contribuiu para a diminuição considerável das áreas aptas foi hidrologia da área de estudo, visto que houve a exclusão das áreas a menos de 200 metros para cada uma das margens dos corpos hídricos.

A exclusão das áreas que apresentaram solo com porosidade primária elevada (acima de 30%), apesar de representar uma região considerável da área estudada, não foi expressiva na redução das áreas aptas, visto que parte dessas regiões já haviam sido excluídas, por coincidirem com áreas de declividade não desejável. Fatores como a exclusão das áreas urbanas e remanescentes florestais, também contribuíram para obtenção do cenário bastante restritivo.

Esse mosaico de características resultou em um mapa que não apresenta um montante significativo de áreas aptas a receber um aterro sanitário, mas sim um cenário bastante restritivo, devido a tais características da área de estudo.

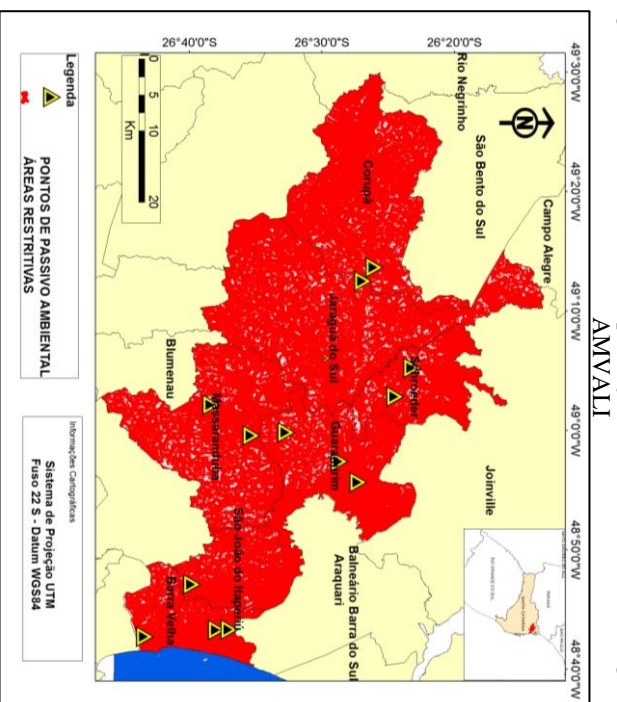
Quanto aos pontos de passivos ambientais, não se observou a possibilidade da instalação de aterros sanitários nessas áreas, para fins de aproveitamento da situação já instalada para recuperação das condições de controle ambiental da área, pois em todos os pontos analisados a área foi classificada como restritiva.

Com o mapeamento gerado, tem-se o cumprimento do item que obrigou o estudo das melhores áreas para disposição final de resíduos sólidos nos Planos Municipais, Regionais ou Intermunicipais de resíduos, bem como confere apoio aos processos decisórios acerca do assunto.

Além disso, com o estudo apresentado e os mapas resultantes, garante-se maior proteção aos aquíferos, às comunidades, às áreas de proteção ambiental, além de conferir maior segurança nas técnicas de engenharia a serem empregadas durante a operação de futuros aterros, que deverão ser localizados fora das áreas mapeadas como restritivas.

Por fim, destaca-se que o emprego dessa técnica não exclui a necessidade de estudos mais detalhados, que incluem também análises *in loco* e levantamentos mais sofisticados, conforme segue abordado na seção de recomendações deste trabalho.

Figura 19- Áreas restritivas à implantação de aterro sanitário na região da



Fonte: Elaboração própria.

6 CONCLUSÕES

Este trabalho teve como objetivo principal a escolha preliminar de áreas com potencial para a instalação de um aterro sanitário na região da AMVALI, a partir do uso de Geoprocessamento. Para tal, primeiramente, foram elencados os critérios restritivos quanto à seleção das áreas favoráveis a instalação de um aterro sanitário. A seleção desses critérios foi pautada em normas técnicas e legais e levaram em conta aspectos ambientais, sociais e operacionais.

Posteriormente, foi criado um banco de dados de arquivos em formato *shapefile*, que serviu de base para a criação de mapas temáticos. A partir do cruzamento desses mapas, com a análise booleana, foi possível a obtenção do mapeamento preliminar das áreas restritivas a implantação de um aterro sanitário na região da AMVALI.

A partir do exposto, pode-se considerar que a metodologia aplicada apresentou-se como uma alternativa viável, uma vez que permitiu o cruzamento de variáveis restritivas e a obtenção de um único mapa, capaz de apontar as áreas restritivas à implantação de aterros sanitários.

O mapa das áreas restritivas obtido neste trabalho reflete as características da área estudada, que resultou em um mapeamento que não apresenta um montante significativo de áreas aptas a receber um aterro sanitário, mas sim um cenário bastante restritivo. Este resultado deve-se essencialmente aos aspectos físicos e ambientais da área de estudo, que apresenta relevo bastante acentuado, rede hídrica densa, além de áreas urbanas e de conservação representativas.

Conclui-se, portanto, que a identificação as áreas adequadas para instalação de aterro sanitário na região da AMVALI, com o uso da metodologia apresentada neste trabalho, se mostrou numa ferramenta eficaz para os estudos prévios de seleção desse tipo de área. Além disso, o mapeamento possibilita um direcionamento mais específico acerca das áreas que devem ser consideradas em estudos mais aprofundados, como sondagens e estudos em campo, a partir dos quais efetivamente se chegará à conclusão das áreas adequadas para disposição final de resíduos domiciliares em aterros sanitários.

7 RECOMENDAÇÕES

Embora a utilização de técnicas de geoprocessamento racionalize tempo e traga respostas rápidas, o emprego dessa técnica não exclui a necessidade de um estudo mais detalhado, além de análises *in loco*. A avaliação *in loco* é de suma importância, pois a escolha do local para disposição final de resíduos envolve uma série de critérios socioeconômicos, de difícil mensuração em ambiente SIG e que não podem ser abordados com o uso do geoprocessamento, tais como: disponibilidade da terra, conservação das vias de acesso, disponibilidade de serviços de energia, telefonia, internet e água encanada.

Além disto, há também as características do solo e dos recursos hídricos que somente podem ser traduzidas a partir de estudos mais específicos para a região, como sondagens, estudo detalhado do granulometria do solo, profundidade do freático, entre outros.

Portanto, como recomendação para futuros trabalhos, se faz necessária a análise de mais variáveis, refinando ainda mais o mapeamento das áreas restritivas. Um estudo que propocionaria um ganho ao modelo seria a inserção de pesos nos diversos critérios adotados, deste modo, haveria uma delimitação maior e mais detalhada nas áreas a serem investigadas nas análises *in loco*.

Além disso, outros parâmetros poderão ser considerados em análises mais aprofundadas, como por exemplo: existência de aquíferos na área; locais de recarga hídrica; direção dos ventos; rotas de aviões e proximidade de aeroportos; área necessária para o aterro, entre outros. Ressalta-se, por fim, que essas análises só serão possíveis uma vez que se tenha uma base cartográfica confiável e de boa resolução.

REFERÊNCIAS

AMVALI. ASSOCIAÇÃO DOS MUNICÍPIOS DO VALE DO ITAPOCU. AMVALI . **Plano Intermunicipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos** AMVALI. 2014. Disponível em: <<http://gcm.fecam.org.br/amvali/estruturaorganizational/hotsite/index/co dHotsite/2854>>. Acesso em: novembro de 2014.

_____ - **AMVALI - Histórico**. 2013. Disponível em: <<http://www.amvali.org.br/conteudo/?item=2455&fa=1155>>. Acesso em: fevereiro de 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS - ABRELPE. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil**. São Paulo: ABRELPE, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT – NBR 15.849 – **Resíduos sólidos urbanos - Aterros sanitários de pequeno porte - Diretrizes para localização, projeto, implantação, operação e encerramento**, Rio de Janeiro, 2010.

_____ - NBR 10.004 – **Classificação de Resíduos**, Rio de Janeiro, 2004.

_____ - NBR 8419 – **Apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos – Procedimentos**, Rio de Janeiro, 1992.

_____ - NBR 12.808 – **Resíduos de serviços de saúde**, Rio de Janeiro, 1993.

AREND, C. O.; OLIVEIRA, J. M.; ÁVILA, L. **Passivos Ambientais**. Dossiê Técnico SENAI/CNTL. (2011). Disponível em: <<http://www.respostatecnica.org.br/dossie-tecnico/downloads>>. Acesso em: setembro de 2014.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010. **Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de**

fevereiro de 1998; e dá outras providências . Diário Oficial da União, Brasília, 03 de ago. 2010. Ed. nº 147, seção 1, p.3.

_____. Lei Federal 9.985 de 18 de julho de 2000. **Institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e da outras providências**. Diário Oficial da União, Brasília, 19 de julho de 2000. seção 1, p.1.

_____. Lei Federal 11.428 de 26 de dezembro de 2006. **Dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica, e dá outras providências**. Diário Oficial da União, Brasília, 26 de dezembro de 2006 seção 1, p.1. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-006/2006/lei/111428.htm> Acesso em: junho de 2015

BROUWERS, P. **Os Resíduos Sólidos Domiciliares Em Face Da Lei N. 12.305/2010 E A (Des)Proteção Do Solo**. Tese (Doutorado em Direito) - Universidade Federal de Santa Catarina. 2013.

CALIJURI, M. L; MELO, A. L. O; LORENTZ, J. F. **Identificação de áreas para implantação de aterros sanitários com uso de análise estratégica de decisão**. Informática pública Vol 4 (2): 231-250, 2002.

CONDER. **Manual de Operação de Aterros Sanitários**. Companhia de Desenvolvimento Urbano do Estado da Bahia -. Disponível em: <http://www.conder.ba.gov.br/manual_aterro.pdf>. Acesso em: abril de 2015.

CPRM- SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. **Carta de Geodiversidade do Brasil ao milionésimo** (2007), folha SG22. Disponível em <<http://geobank.sa.cprm.gov.br/>> Acesso em: fevereiro 2015.

CPRM- SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. **Divisão dos Geossistemas em Domínios e Unidades Ambientais** (2012). Disponível em <http://www.cprm.gov.br/publique/media/unidades_geologico_ambientais.pdf> .Acesso em: fevereiro 2015.

CPU/IBAM- Centro de Pesquisas Urbanas do Instituto Brasileiro de Administração Municipal. **O Que é Preciso Saber sobre Limpeza Urbana- Tratamento e Disposição Final do Lixo.** Secretaria Nacional de Saneamento- SNS-do Ministério da Ação Social- MAS, 1998.

DALMAS, F. B, **Geoprocessamento aplicado à gestão de Resíduos Sólidos na UGHI-11- Ribeira de Iguape e Litoral Sul.** Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo- Instituto de Geociência, 2008

EPAGRI/IBGE. **Mapoteca Topográfica Digital de Santa Catarina. Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural do Estado de Santa Catarina/Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.** 2004. Disponível em: <<http://ciram.epagri.rctsc.br/ciram/produtos/geoprocessamento/mapoteca>>. Acesso em: fevereiro 2015.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. (EMBRAPA). **Brasil em Revelo- Santa Catarina, Carta SG-22-Z-D.** Disponível em <<http://www.relevobr.cnpem.embrapa.br>> Acesso em: fevereiro 2015.

FEAM. Fundação Estadual do Meio Ambiente. **Orientações técnicas para a operação de aterros sanitários.** Fundação Estadual do Meio Ambiente. Belo Horizonte: FEAM, 2006.

FISCHER, D. **Desenvolvimento Sustentável em Malhas Rodoviárias; Uma Contribuição á Análise do Passivo Ambiental.** Dissertação (Mestrado Engenharia Civil) - Universidade Federal de Santa Catarina. 2001.

FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA, INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (2012) **Atlas dos Remanescentes Florestais da Mata Atlântica** (2012) Disponível em <<http://mapas.sosma.org.br>>Acesso em: fevereiro 2015.

HOLLER, K. R. **Ferramentas de gestão dos recursos hídricos na bacia hidrográfica do rio Itapocu.** Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Regional de Blumenau- Centro de Ciências Tecnológicas, 2012.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Manual técnico da vegetação brasileira**. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Rio de Janeiro, RJ. 2012.

_____. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNSB)**, 2008.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). **Manuais: Tutorial De Geoprocessamento**. 2008.

LANGE, L. C.; G.; SANTANA, D. W. E. A.; SIMÕES, G. F.; FERREIRA, C. F. A; GARCIA, L. N. **Estudo comparativo de metodologias para análises Físico-químicas de resíduos sólidos urbanos** In: CASTILHOS JUNIOR, A. B. (Org.). Resíduos Sólidos Urbanos: Aterro Sustentável para Municípios de Pequeno Porte. Rio de Janeiro: Rima: ABES, 2003.

MEIRELES, S. **Ferramenta de apoio à regulação técnica dos serviços públicos de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos urbanos de Santa Catarina**. Florianópolis, 2012, 145 p. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

MELO, L. **Seleção e Hierarquização de áreas para implantação de aterro sanitário, utilizando geoprocessamento e lógica “FUZZY”**. **Aplicação na Região Metropolitana de Aracaju (SE)**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Alagoas- Centro de Tecnologia, 2008.

MONTEIRO, J. H, et al. **Manual de Gerenciamento integrado de resíduos sólidos**. Coord. Técnica Victor Zular Zveibil. Rio de Janeiro: IBAM, 2001.

OBLADEN, N.L.; OBLADEN, N.T.R.; BARROS, K.R. **Guia para elaboração de projetos de aterros sanitários para resíduos sólidos urbanos**. Série de publicações temáticas do CREA-PR, vol.2, n.4 2009.

ORNELAS, A. R. **Aplicação de Métodos de Análise Espacial na Gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Minas Gerais – Instituto de Geociências, 2011.

SANTA CATARINA. Lei nº 10.949, de 09 de novembro de 1998. **Dispõe sobre a caracterização do Estado em 10 (dez) Regiões Hidrográficas** . Diário Oficial nº 16.039, 09 nov. de 1998.

SEVEGNANI, Lúcia; SCHROEDER, Edson. **Biodiversidade catarinense: características, potencialidades, ameaças**. Blumenau : Edifurb, 2013. Disponível em: <http://www.bc.furb.br/docs/CG/2013/353256_1_1.pdf>. Acesso em: julho de 2015.

SILVA, J. X. **O que é geoprocessamento?**. Revista do CREA-RJ, Rio de Janeiro, n.79, out./nov. 2009.

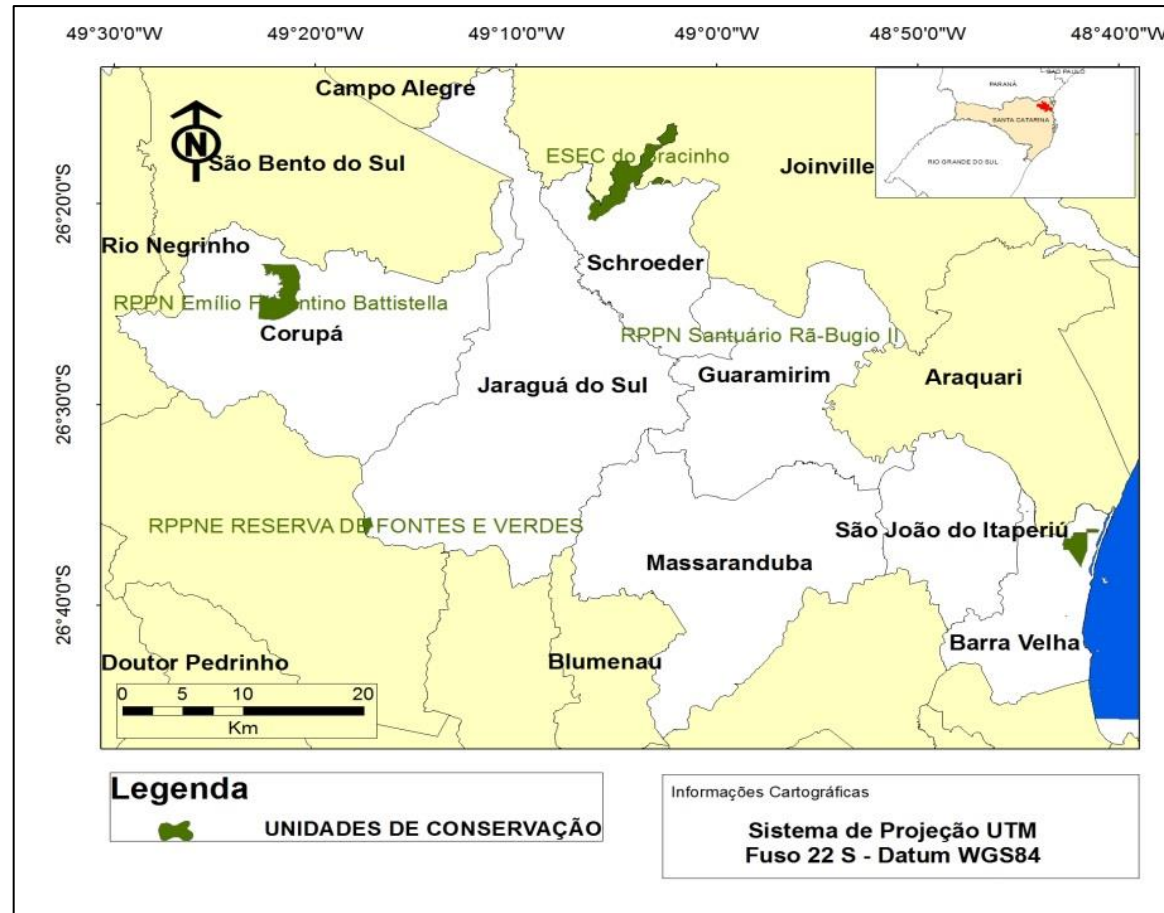
SILVA, J. X.; ZAIDAN, R. T. **Geoprocessamento & Análise Ambiental: aplicações** . Jorge Xavier da Silva, Ricardo Tavares Zaidan (organizadores). – 5º ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011.

SNIS – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. Diagnóstico do manejo de resíduos sólidos urbanos. Ministério das Cidades. 2013. Disponível em <<http://www.snis.gov.br/PaginaCarrega.php?EWRErterterTERTer=106>> Acesso em: junho de 2015.

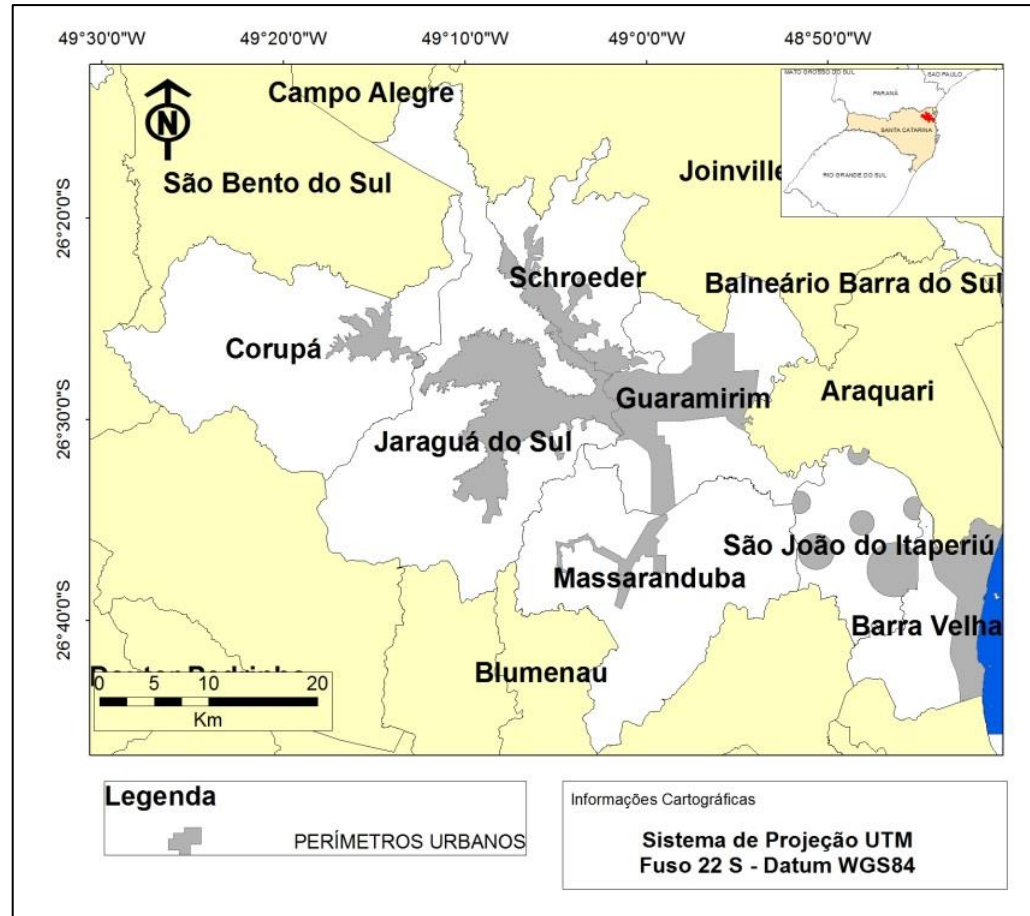
VIBRANS, A. C.; SEVEGNANI, L.; GASPER, A. L. de.; LINGNER, D. V. (Eds). **Inventário Florístico Florestal de Santa Catarina**. Blumenau: Edifurb, v. 2, 2012.

APÊNDICES

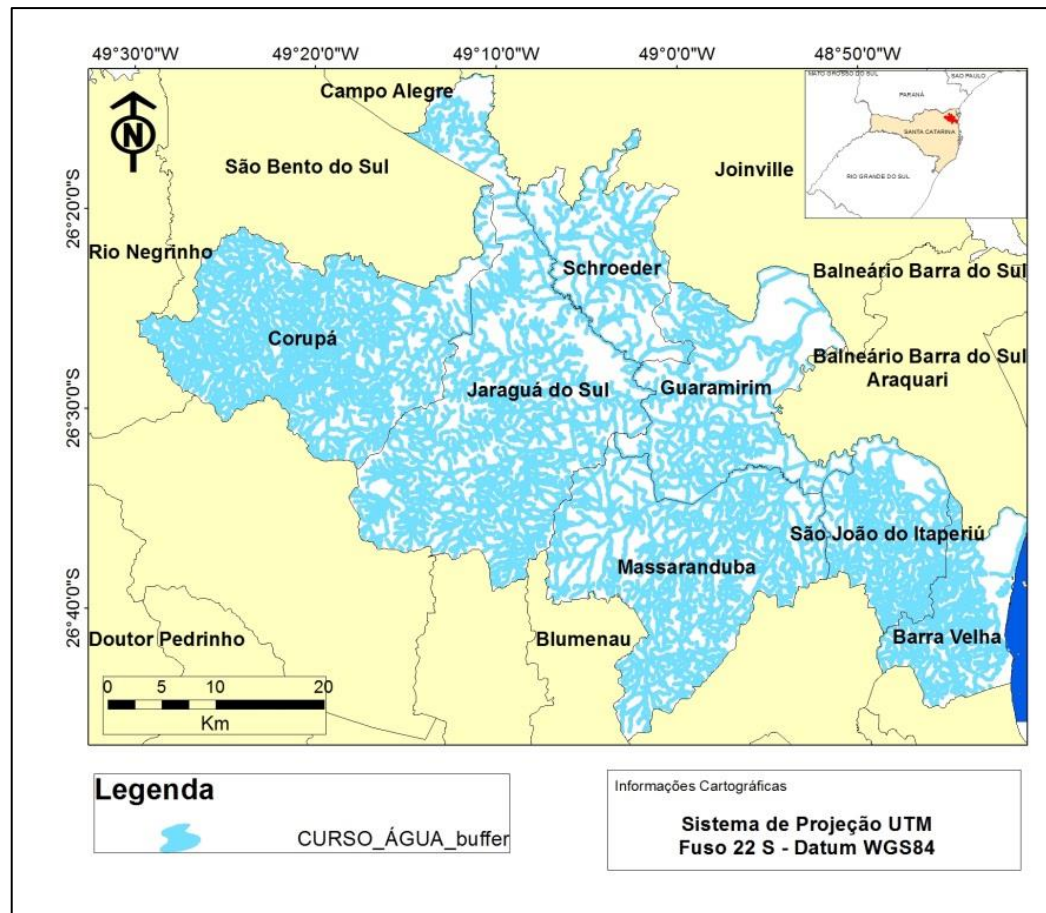
Apêndice A – Unidades de conservação no território da AMVALI



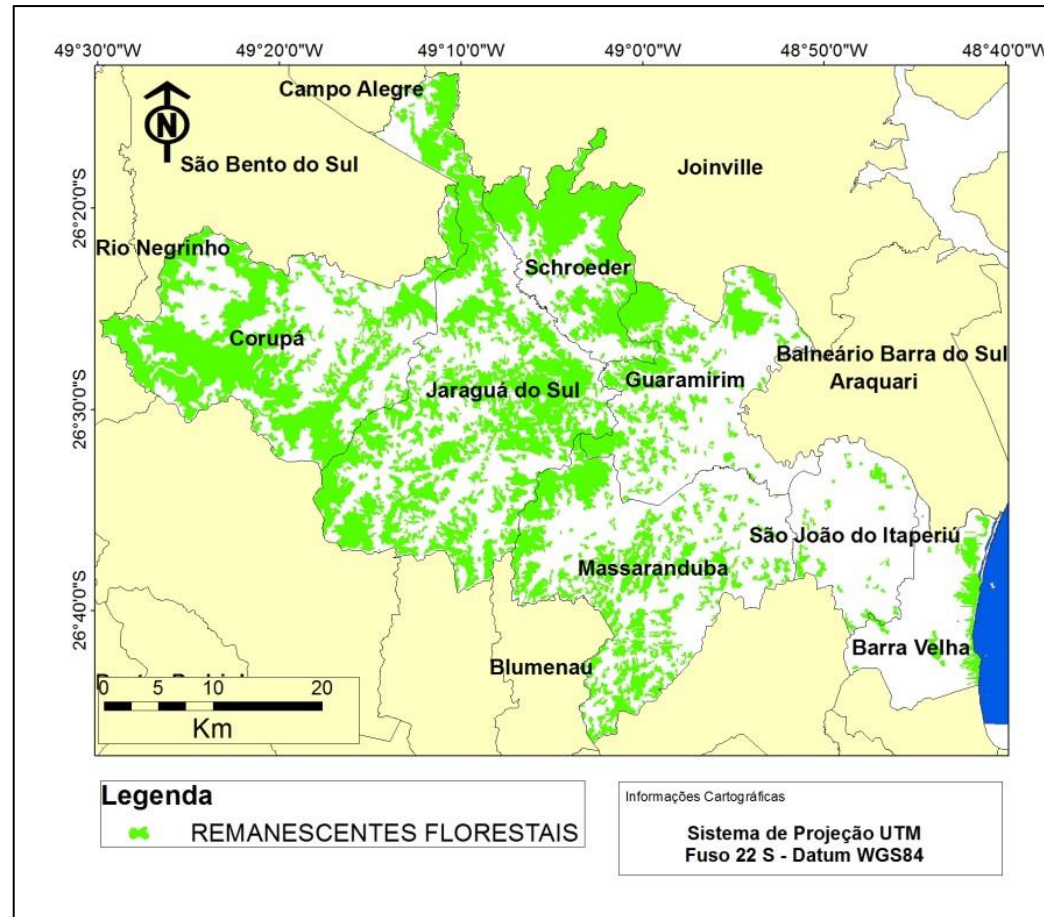
Apêndice B- Perímetros Urbanos dos municípios da AMVALI



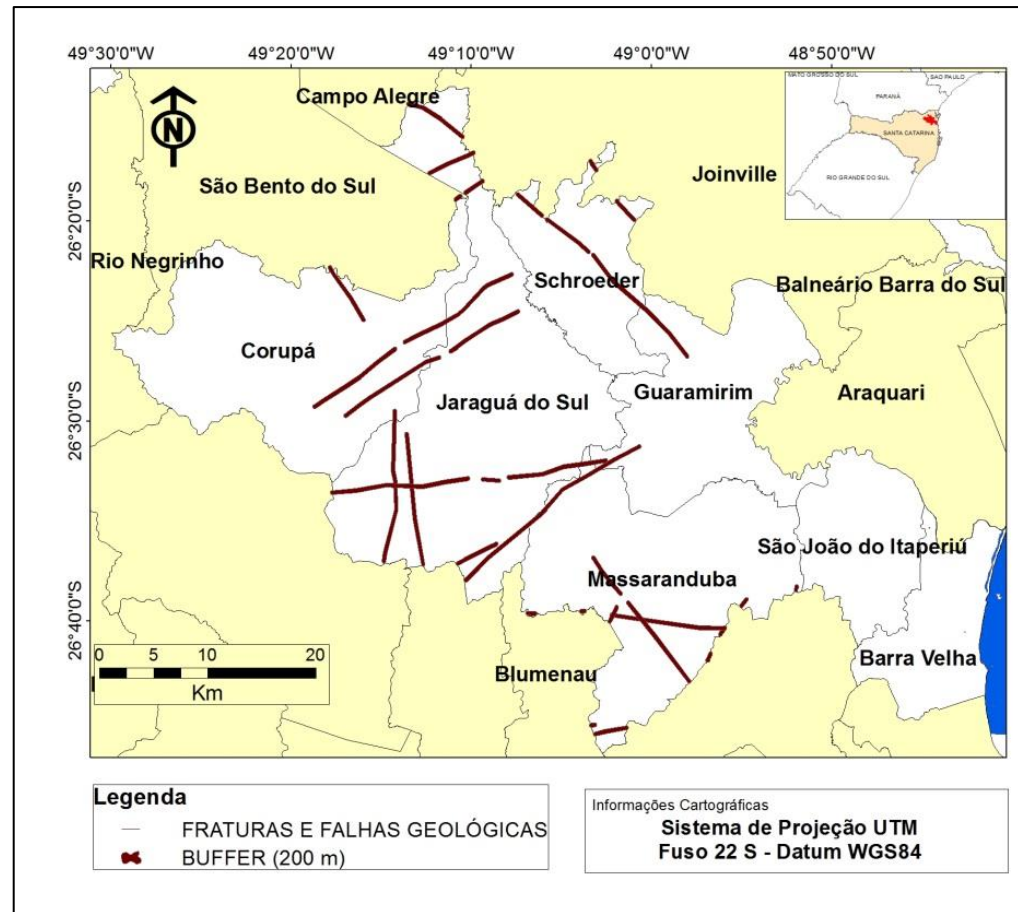
Apêndice C- Hidrografia da região da AMVALI com *buffers* aplicados



Apêndice D- Remanescentes Florestais de Mata Atlântica na região da AMVALI



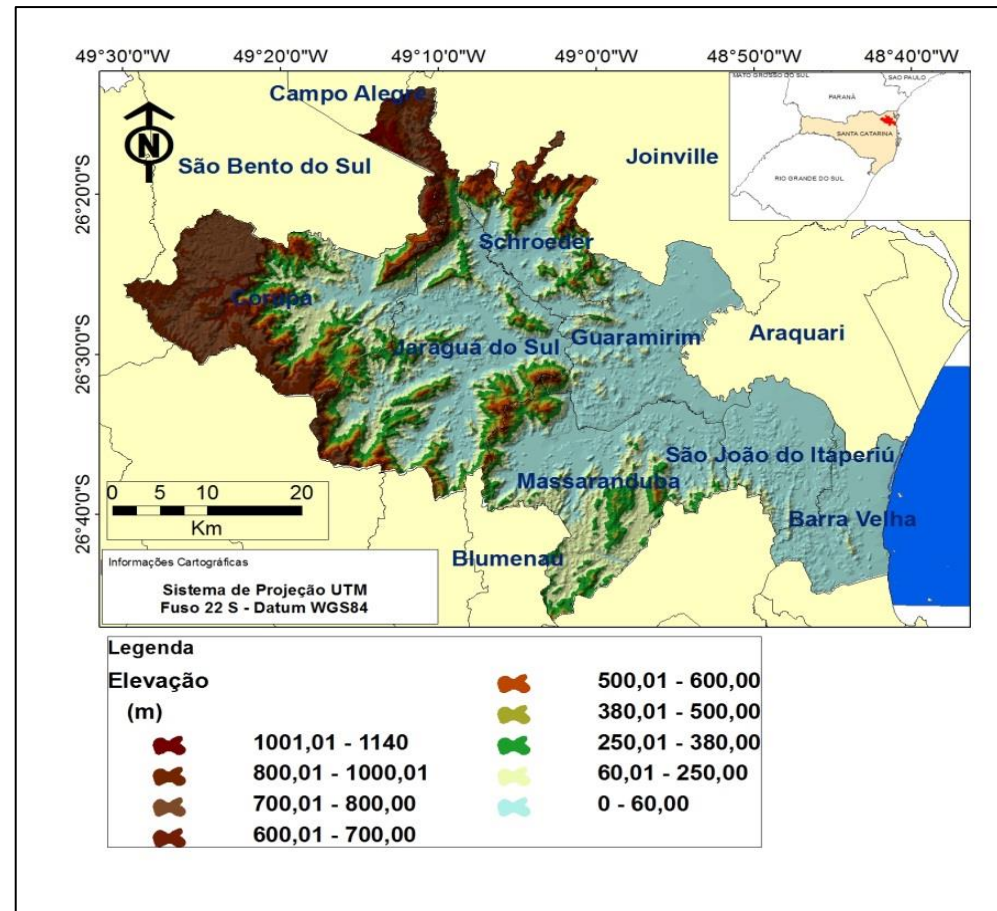
Apêndice E- Fraturas e falhas geológicas na região da AMVALI



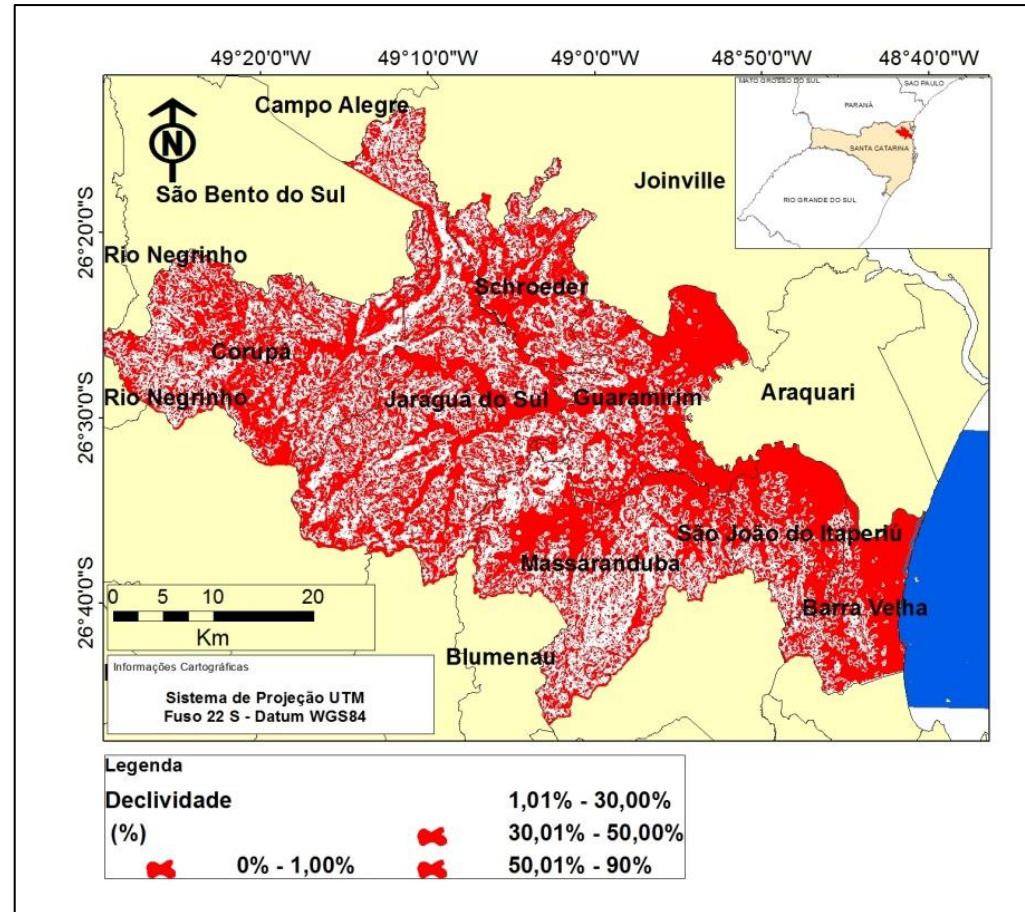
Apêndice F- Domínio geológico na região da AMVALI



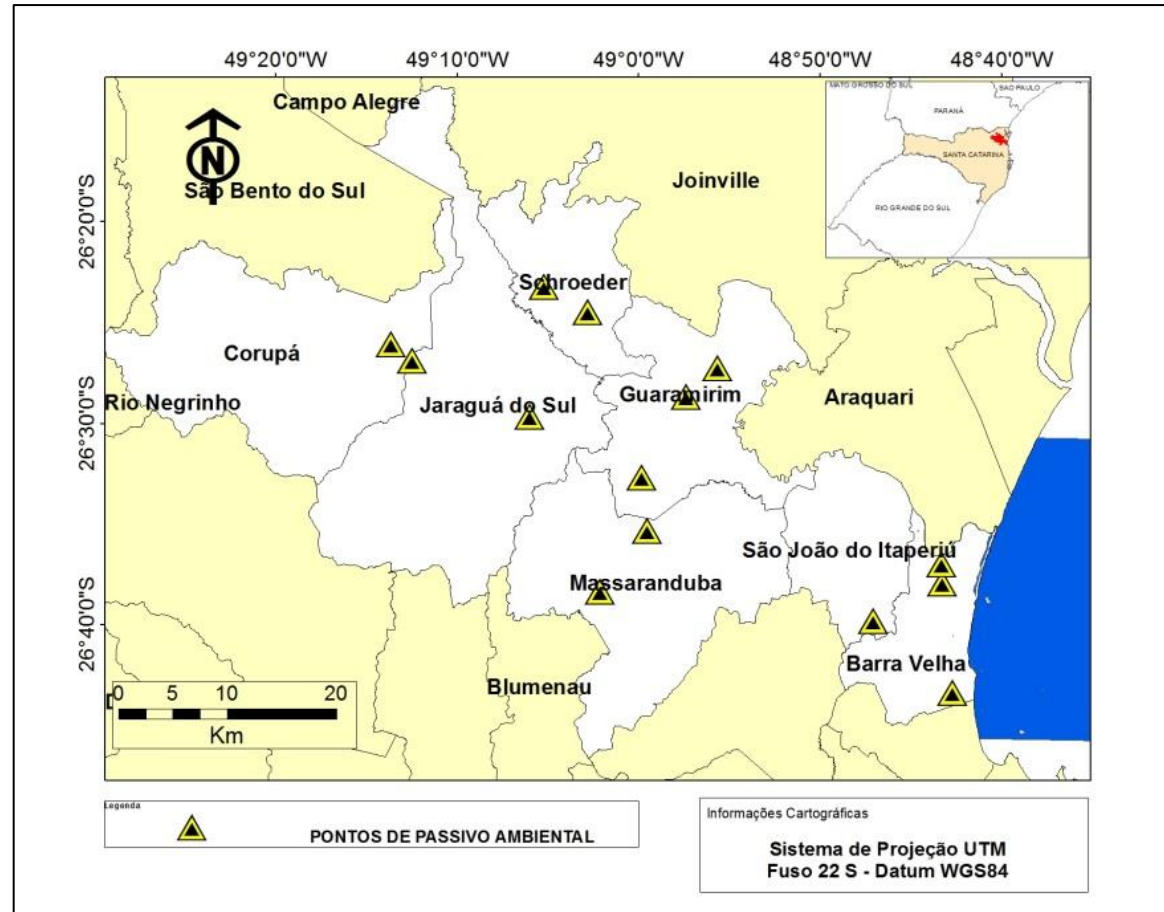
Apêndice G- Modelo Digital de Elevação da região da AMVALI



Apêndice H- Declividade do terreno na região da AMVALI



Apêndice I- Pontos de passivo ambiental de grande extensão na AMVALI



Apêndice J- Áreas restritivas à implantação de aterro sanitário na região da AMVALI

