

IDENTIFICAÇÃO DE ÁREAS FAVORÁVEIS À DISPOSIÇÃO FINAL DOS RESÍDUOS SÓLIDOS DE MATO GROSSO DO SUL

Guilherme Aparecido da Silva Maia¹
Rosemary Matias Coelho²
Ademir Kleber Morbeck de Oliveira³
Jorge Justi Júnior⁴
Priscilla Azambuja Justi⁵

RESUMO

O Estado de Mato Grosso do Sul está localizado ao Sul da Região Centro-Oeste brasileira. Segundo IBGE (2010), área é de 357.145.532 km², e 2,62 milhões de habitantes, dos quais 786.797 habitam a capital, Campo Grande. Um de seus grandes desafios é a proteção dessa riqueza natural, o que, necessariamente, está relacionado ao descarte de seus resíduos sólidos. Deste modo, o objetivo deste trabalho foi identificar áreas favoráveis para unidades de disposição final, ambientalmente adequada, de rejeitos, contribuindo assim para a conservação dos recursos hídricos, do Cerrado e do Pantanal sul-mato-grossense. Realizou-se a identificação de áreas favoráveis para esta atividade com auxílio de técnica de geotecnologia baseada na análise multicritério de fatores físicos, técnicos, legais e ambientais. Os critérios de restrição (declividade, distância de coleções hídricas e, áreas inundáveis) e, ponderação (pedologia, litologia, distâncias de rodovias, uso e ocupação do solo, unidades de conservação, áreas prioritárias, distâncias e fontes geradoras de resíduos e, núcleos). Os resultados possibilitaram a construção de um mapa apontando as regiões favoráveis para a destinação de rejeitos: áreas não favoráveis para disposição final dos resíduos sólidos; áreas favoráveis para disposição final dos resíduos sólidos com restrição; e, áreas favoráveis para disposição final dos resíduos sólidos.

Palavras-chave: Mato Grosso do Sul, RSD, Estatuto da Cidade, Cerrado, Pantanal

¹ Doutor em Meio Ambiente e Desenvolvimento Regional (2019). E-mail: gasmaia@yahoo.com.br

² Doutora em Química (2010). E-mail: rosematiasc@gmail.com

³ Doutor em Ciências (1996). Email: akmorbeckoliveira@gmail.com

⁴ Engenharia Ambiental. Email: jorgejustijr@gmail.com

⁵ Arquitetura e Urbanismo. Email: priscilla.azambuja@gmail.com

INTRODUÇÃO

O Estado de Mato Grosso do Sul está localizado ao Sul da Região Centro-Oeste brasileira, cujos limites são: ao Norte, com Mato Grosso; a Nordeste, com Minas Gerais; a Leste, com São Paulo; e, a Sudeste, com Paraná. Além desses estados confederados, também é limítrofe com Paraguai, ao Sul e Sudeste e, Bolívia, a Oeste. Segundo IBGE (2019), área é de 357.145.532 km², e 2,77 milhões de habitantes, dos quais 895.982 habitam a capital, Campo Grande. Trata-se de um Estado com diversas riquezas naturais, destacando-se o Cerrado, o Pantanal e resquícios da Mata Atlântica, que demanda cuidados especiais em relação ao meio ambiente, principalmente à destinação final dos Resíduos Sólidos, principalmente em relação às diretrizes legais.

A Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010 (BRASIL, 2010), ao instituir a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) (BRASIL, 2012), consolidou a *destinação final ambientalmente adequada dos rejeitos* (artigo 9) como uma das Diretrizes Aplicáveis aos Resíduos Sólidos. É um marco legal importante para o meio ambiente, pois está ligado à manutenção das bacias hidrográficas do País, principalmente da região do Cerrado e Pantanal. (LIMA e SILVA, 2005; 2008)

Trata-se de uma iniciativa importante para o Brasil, em que os municípios estão paulatinamente se adequando, como é o caso de Conceição das Alagoas, em Minas Gerais, um dos pioneiros na utilização das geotecnologias para o levantamento de áreas adequadas para a destinação dos resíduos sólidos (CARRILHO, CANDIDO e SOUZA, 2018).

Apesar da importância para a sustentabilidade econômica e ambiental para a região do Cerrado, as bacias hidrográficas desse bioma vêm sofrendo ao longo dos anos sucessivos processos de destruição da sua mata ciliar, assoreamento, poluição das suas águas e destinação incorreta dos resíduos sólidos, que contaminam o solo ao seu entorno. Em áreas de planalto circundantes da planície pantaneira, há reflexos altamente negativos aos sistemas alagáveis, em função dos fortes processos erosivos e do assoreamento, como observado na bacia do Taquari, no Mato Grosso do Sul (ALHO, 2005).

O Pantanal é uma grande planície de inundação periódica, localizada no centro da América do Sul. A porção brasileira localiza-se na região Centro-Oeste, entre os estados de Mato Grosso do Sul e Mato Grosso, com área de 140.000 km². É composto por um cinturão de planaltos, em forma similar a um anfiteatro: a planície é limitada ao norte pelo Planalto Meridional, ao sul pelo Planalto da Bodoquena, a leste pelo Planalto Central e a oeste o Rio Paraguai, principal rio do bioma. É um “bioma com grande influência de Cerrado”, formado por tipos distintos de *habitats*, de cobertura vegetal variada, onde há certa interdependência das espécies que ocorrem nessa região. O comprometimento de um dos dois biomas, conseqüentemente comprometerá o outro (ALHO, 2005).

Por estar circundado por um cinturão de planaltos e ter uma pequena declividade, o Pantanal funciona como um enorme recipiente que capta água das áreas mais altas. O fato de a região drenar as águas oriundas de toda a Bacia do Alto Rio Paraguai (BAP) e de seus afluentes e o escoamento se dar por uma pequena passagem, estreita e rasa do médio rio Paraguai na região do município de Porto Murtinho, Mato Grosso do Sul, faz com que as águas se acumulem na planície pantaneira. A pequena declividade, que varia de 6 a 12 cm/km no sentido Leste-Oeste e de 1 a 2 cm/km no sentido norte-sul, intensifica o processo de inundação (SCAIOTI, SOUZA-SILVA e FELFILI, 2005). Isso explica como uma região de pluviosidade relativamente limitada acumula tanta água.

Em Mato Grosso do Sul, são diversas as fontes de degradação hídrica no Estado. Na Bacia Hidrográfica do Rio Dourados, região de elevado nível de desenvolvimento, existe grande concentração de atividades poluidoras, entre as quais destacam-se: a ampla destruição da cobertura vegetal, em especial às margens dos cursos d'água; a utilização generalizada de agrotóxicos nas lavouras e pastagens; a ausência de práticas de conservação do solo; as cargas orgânicas provenientes das atividades econômicas, na quase totalidade desprovidas de sistema de tratamento de seus afluentes, principalmente aquelas voltadas à criação e engorda de animais; a disposição inadequada de resíduos sólidos em praticamente todas as cidades; a ausência de rede coletora e de tratamento do esgoto doméstico. MATO GROSSO DO SUL (2012).

Esse cenário é altamente desfavorável ao meio ambiente, notadamente o Cerrado e Pantanal. Segundo maior bioma brasileiro, localizado em uma grande área do Brasil Central, o Cerrado brasileiro ocupava originalmente cerca de 2.000.000 km² do Brasil central. Estudos realizados por Andrade *et al.*, (2017) indicam que degradação de mais de 10% das áreas cultivadas na região localizada em parte de Mato Grosso do Sul, Triângulo Mineiro, Alto Paranaíba, Centro-Oeste e parte do Norte de Minas municípios (Figura 1), o que configura um risco pela sua importância na conservação das bacias hidrográficas brasileiras, principalmente, as localizadas na Região Centro-Oeste.

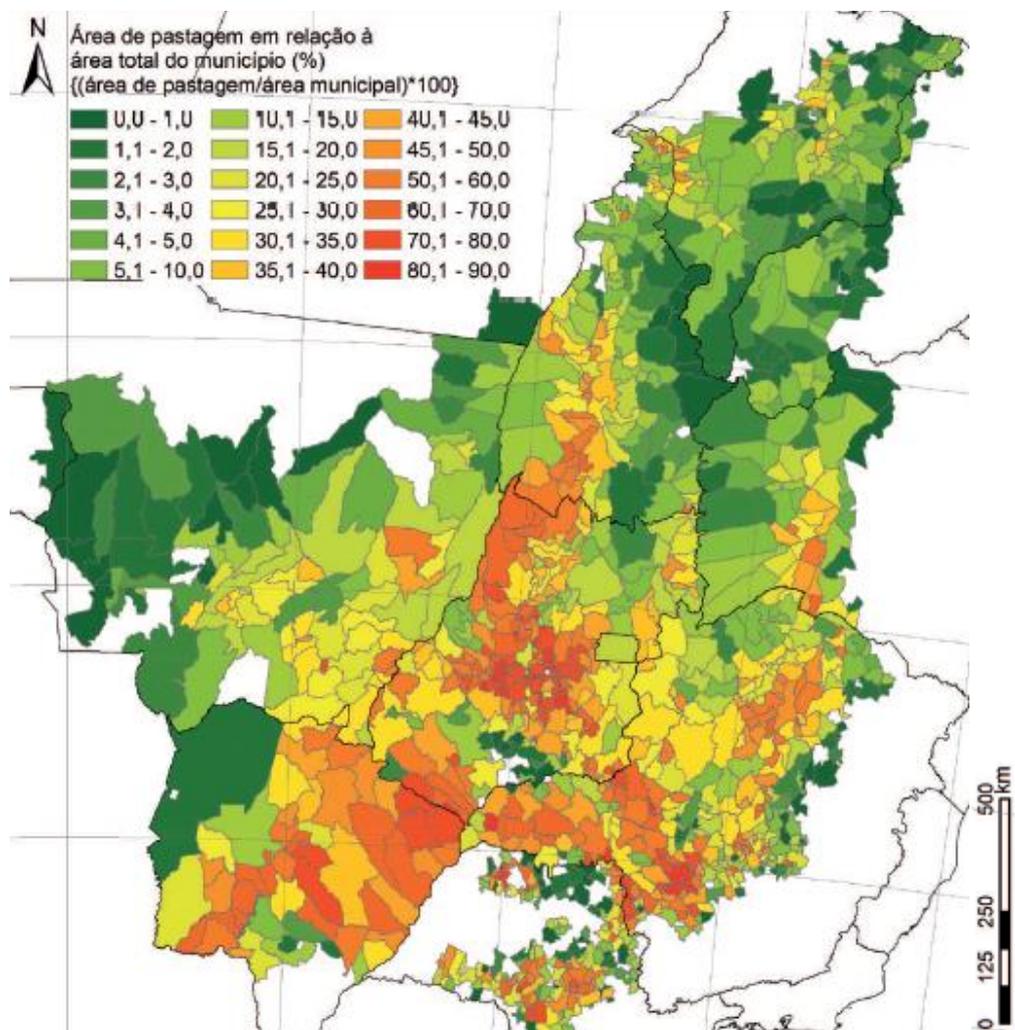


Figura 1 - Mapa da degradação do bioma Cerrado em parte de Mato Grosso do Sul, Alto Paranaíba, Centro-Oeste de Minas. **Fonte:** ANDRADE *et al.*, (2017).

Deste modo, o objetivo deste trabalho foi identificar áreas favoráveis para unidades de disposição final, ambientalmente adequada, de rejeitos, contribuindo assim para a conservação dos recursos hídricos, do Cerrado e do Pantanal sul-mato-grossense.

1 MATERIAL E MÉTODOS

A fim de valorizar a prevenção e minimização de impactos negativos da atividade de disposição final de resíduos sólidos urbanos (RSU), realizou-se a identificação de áreas favoráveis para esta atividade com auxílio de técnica de geotecnologia baseada na análise multicritério de fatores físicos, técnicos, legais e ambientais.

A modelagem para identificação de áreas favoráveis para a instalação de Aterros Sanitários compreendeu a aplicação de Geoprocessamento e a integração em ambiente SIG (Sistema de Informação Geográfica) (CARRILHO, CANDIDO e SOUZA, 2018). Foram tabulados 11 critérios, sendo eles: declividade, distância de coleção hídrica, áreas inundáveis, pedologia, litologia, distância de rodovias, uso e ocupação do solo, Unidades de Conservação, áreas prioritárias, distância de fontes geradoras de RSU e distâncias de núcleos habitacionais. Estes critérios foram divididos em dois grupos, conforme apresenta o Quadro 1.

Quadro 1 - Critérios restritivos e ponderáveis utilizados na análise multicritério para identificação de áreas favoráveis para disposição final de resíduos sólidos urbanos

Grupo	Definição	Critérios
Critérios restritivos	Fatores que independentemente de sua integração com os demais critérios, geram ou desencadeiam restrições na utilização de determinada área para a disposição final de RSU, seja por sua ocupação, pelas características naturais ou devido às restrições legais.	Declividade, distância de coleção hídrica, áreas inundáveis
Critérios ponderáveis	Fatores cuja influência sobre a propiedade/favorabilidade de uma área à implantação de estrutura destinada à disposição final de RSU é dependente da inter-relação entre os demais critérios, podendo ser escalonado de acordo com suas características.	Pedologia, litologia, distâncias de rodovias, uso e ocupação, unidade des conservação, áreas prioritárias, distância de fontes geradores de RSU, e, distância de núcleos habitacionais

Para a realização do referido estudo, foi usado o programa QGIS (OSGeo, 2018) que possui uma ferramenta que faz a modelagem dos produtos *rasters* (células quadradas que representa um pixel), fazendo com que haja uma sobreposição média ponderada ordenada dos valores, pela ferramenta *Ordered Weighted Averaging*. A Figura 22 foi elaborada no intuito de sistematizar a metodologia do estudo realizado para a definição das áreas favoráveis para disposição final dos rejeitos gerados no Estado de Mato Grosso do Sul.

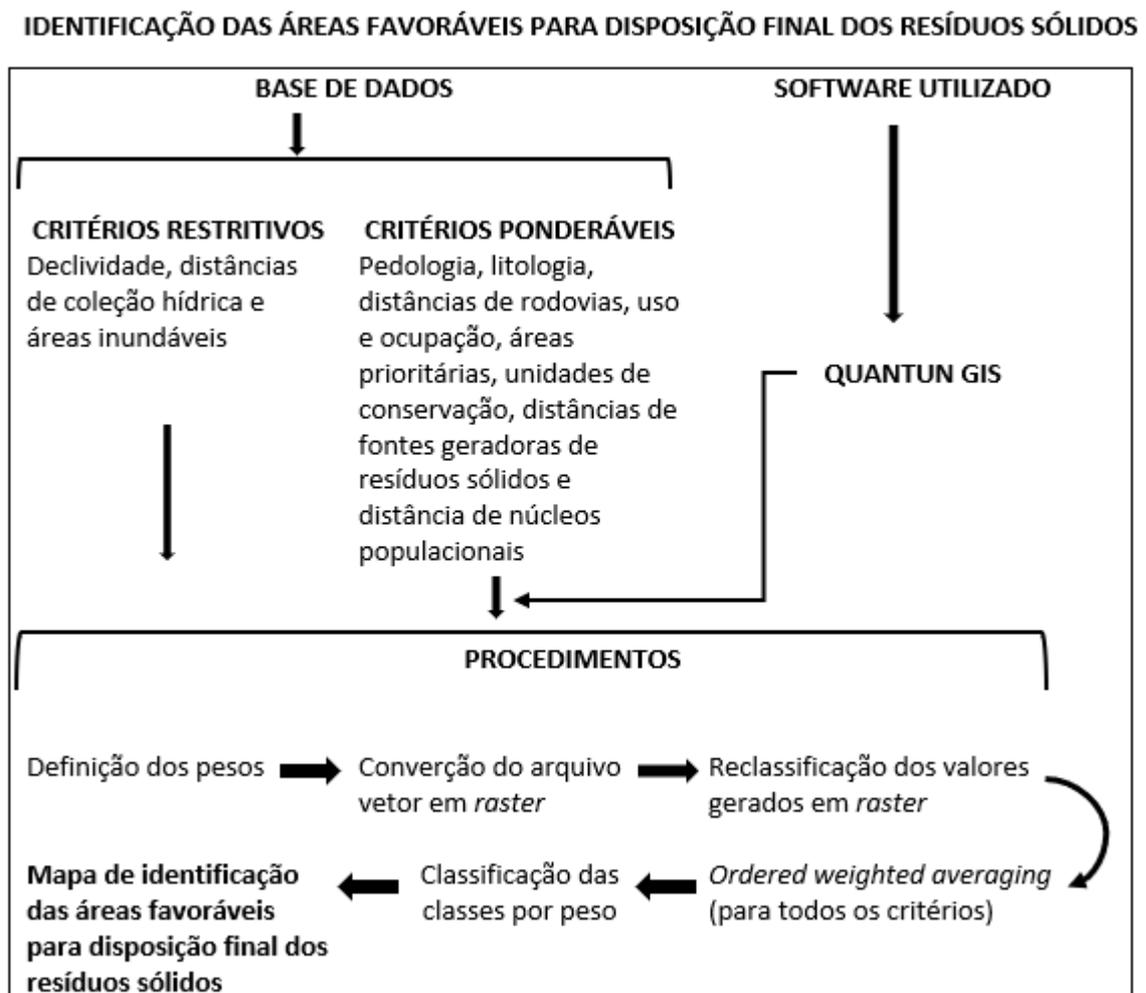


Figura 2 – Sistematização da metodologia do estudo de definição das áreas favoráveis para disposição final dos rejeitos gerados no Estado de Mato Grosso do Sul.

Importante se faz observar que a Resolução CONAMA nº 4 (BRASIL, 1995), em seu artigo 1º, estabelece a Área de Segurança Aeroportuária (ASA), como sendo a área abrangida a partir do “centro geométrico do aeródromo”, até um raio de 20 km, para aeroportos que operam de acordo com as regras de voo por instrumento

(IFR), e de 13 km para os demais aeródromos (operação VFR). Em seu artigo 2º, determina que não será permitida a implantação de atividades de natureza perigosa dentro da ASA, entendidas como “foco de atração de pássaros”, como matadouros, curtumes, vazadouros de lixo ou quaisquer outras atividades que possam proporcionar riscos semelhantes às operações aéreas.

Apesar de não ser um critério utilizado para a definição das áreas favoráveis para a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos gerados no Estado de Mato Grosso do Sul, existem Áreas de Segurança Aeroportuária dos aeródromos e pistas de pousos do Estado. Estas áreas são apresentadas no intuito de expor que a atual forma de disposição final de resíduos sólidos (vazadouro à céu aberto) consagra-se como uma problemática também neste aspecto e, por isso, ressalta-se a importância da correta operação dos aterros sanitários de forma a evitar a atração de aves e conseqüentemente consolidar-se como uma atividade não propulsora de riscos à segurança aeroportuária.

2 RESULTADOS E DISCUSSÃO

2.1 Quanto aos critérios ponderáveis

Os critérios ponderáveis são fatores cuja influência sobre a propriedade/favorabilidade de uma área à implantação de Aterro Sanitário para disposição final é dependente da interrelação entre os demais critérios, podendo ser escalonado de acordo com suas características. Desta forma, nos próximos itens são apresentados os pesos definidos para os seguintes critérios:

- ✓ Classificação Litológica (rochas) de Mato Grosso do Sul;
- ✓ Classificação do Uso e Ocupação do Solo do Estado de Mato Grosso do Sul;
- ✓ Áreas Prioritárias para conservação, uso sustentável e repartição de benefícios da biodiversidade brasileira;
- ✓ Classificação Pedológica (solos) de Mato Grosso do Sul;
- ✓ Distância de fontes geradoras de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) – Sedes municipais
- ✓ Distâncias de núcleos habitacionais – Sedes Urbanas, Distritos, Assentamentos, Aldeias, etc.;
- ✓ Distâncias das rodovias;

✓ Unidades de Conservação do Estado de Mato Grosso do Sul.

Importante se faz observar que foram definidos dois critérios que se assemelham entre si: as distâncias das fontes geradoras de Resíduos Sólidos e as distâncias de núcleos populacionais. A distinção dos dois critérios é que a distância das fontes geradoras leva em consideração a fonte municipal com maior geração de resíduos e com maior custo para se aplicar a destinação final, ou seja, as sedes urbanas. Para este critério ficou definido uma faixa que não fique o aterro implantado nem muito próximo e nem muito afastado da fonte geradora.

Em contrapartida, o critério de distância de núcleos populacionais, além de levar em consideração sedes urbanas, assentamentos, áreas indígenas e qualquer núcleo populacional existente no estado, define apenas as distâncias mínimas de implantação do aterro sanitário.

Nos próximos subitens serão apresentados os pesos definidos para cada classificação dos critérios ponderáveis, bem como o mapeamento dos mesmos para embasamento do estudo de áreas favoráveis para disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos gerados no Estado de Mato Grosso do Sul.

2.2 Quanto à classificação litológica (rocha) de Mato Grosso do Sul

A classificação da litologia foi realizada a partir do estudo de classificação de vulnerabilidade de cada unidade territorial baseada nos processos de morfogêneses e pedogênese desenvolvida por CREPANI *et al.* (2001). A classificação foi expressa pela atribuição de valores variando de 1 a 10 (um a dez) para cada unidade de paisagem conforme apresentado no Quadro 2. Importante destacar que áreas classificadas como massa d'água foram pontuadas com nota 0 (zero).

Quadro 2 – Tipologia (rochas) e suas respectivas notas.

Tipologia	Notas
Dolomito	1
Depósitos de argila, Depósitos de areia, Depósitos de silte, Depósitos detrítico-lateríticos, Laterita; Fóide sienito, Nefelina sienito; Tufa; Folhelho; Jaspelito, Arcóseo; Argilito, Arenito, Depósitos de areia; Laterita, Depósitos de areia, Depósitos de argila, Depósitos de cascalho; Metarcóseo, Metagrauvaca; Metanortosito, Metagabro; Outros; Fóide sienito, Nefelina sienito; Tufa; Folhelho; Metavulcânica básica; Jaspelito, Arcóseo; Brecha carbonática; Tonalito; Argilito, Arenito, Depósitos de areia; Laterita, Depósitos de areia, Depósitos de argila, Depósitos de cascalho; Metadiamicrito, Metaconglomerado; Metarcóseo, Metagrauvaca; e, Metagrauvaca	2
Arcóseo, Conglomerado; Aglomerado, Depósitos de areia; Arenito; Aglomerado, Depósitos de areia; Metaconglomerado	3
Mármore dolomítico, Mármore calcítico	4
Xisto	5
Anfibolito	6
Biotita gnaiss, Hornblenda gnaiss	8
Dacito; Biotita granito, Granófiro, Microgranito	9
Quartzito; Olivina gabro, Troctolito; Metagrauvaca, Quartzito	10

Fonte: A partir de CREPANI *et al.* (2001).

2.3 Quanto à classificação do uso e ocupação do solo no Estado de Mato Grosso do Sul

O uso e ocupação do solo de forma irresponsável pode ocasionar sérios impactos ambientais negativos, tais como: surgimentos de processos erosivos, redução na capacidade produtiva, contaminação do solo e lençol freático.

De acordo com o IBGE (2010), a classificação é denominada conforme o uso da terra como áreas de culturas, tipologia de matas, ocupações urbanas e diversos tipos de coberturas. Assim foram atribuídos pesos de acordo com a sua ocupação conforme o Quadro 3.

Quadro 3 – Classificação do uso e ocupação do solo e suas respectivas notas.

Classes	Notas
Área com menos de 10% de ocupação por estabelecimentos agropecuários; Área entre 25% e 10% de ocupação por estabelecimentos agropecuários	1
Área urbanizada; Área entre 50% e 25% de ocupação por estabelecimentos agropecuários; outras coberturas e usos + Usos diversificados	2
Matas e/ou florestas naturais	3
Usos diversificados; matas e/ou florestas + pastagens; lavouras + matas e/ou florestas; pastagens + matas e/ou florestas; Sistemas agroflorestais; pastagens + outras coberturas e usos	4
Lavouras temporárias; pastagens + lavouras; sistemas agroflorestais + usos diversificados; Lavouras	5
Lavouras + pastagens; pastagens + sistemas agroflorestais	6
Pastagens plantadas; pastagens; pastagens naturais	7

2.4 Quanto às áreas prioritárias para conservação, uso sustentável e repartição de benefícios da biodiversidade brasileira.

A definição de áreas prioritárias para conservação da biodiversidade visa evidenciar áreas com prioridades para conservação da biodiversidade nos cinco biomas brasileiros. Desses cinco biomas, três, estão inseridos no Estado do Mato Grosso do Sul, sendo eles: o Cerrado, o Pantanal e a Mata Atlântica.

Foram definidas 106 (cento e seis) áreas prioritárias para conservação, uso sustentável e repartição de benefícios da biodiversidade brasileira, sendo a distribuição de acordo com os biomas definidos pelo Ministério do Meio Ambiente, ou seja, foram definidas 31 (trinta e uma) áreas no Pantanal, 41 (quarenta e uma) no Cerrado e 34 (trinta e quatro) na Mata Atlântica.

Através dessa definição, o poder público busca a identificação de áreas potenciais para empregabilidade de ações de políticas públicas e desenvolvimento. Todas atividades voltadas a conservação da biodiversidade, uso sustentável dos recursos naturais, recuperação de áreas degradadas e de espécies muito exploradas e valorização econômica da biodiversidade. Desta forma, os pesos foram definidos de acordo com a importância definida para cada área, sendo estes apontados no Quadro 4.

Quadro 4 – Classificação pela importância das áreas prioritárias e seus respectivos pesos.

Importância	Pesos
Alta	5
Muito alta	4
Extremamente alta/ Insuficientemente Conhecida	3
Não inserida em áreas prioritárias	10

2.5 Quanto à classificação pedológica (solos) do Estado de Mato Grosso do Sul

Dados pedológicos são informações sobre as características e distribuição dos solos ocorrentes em determinada região de estudo (Mato Grosso do Sul). No Estado foram caracterizadas vinte classes de solo, possuindo diferentes formas de relevo, fertilidade, tipos de vegetação e susceptibilidade a erosão.

Considera-se que o solo apropriado para implantação de Aterros Sanitários são aqueles de fácil escavação e de textura argilo-arenosas, ou seja, com baixa capacidade de infiltração.

Segundo Crepani *et al.* (2001), o estudo da pedologia consiste na característica elementar considerada para estabelecer as classes de vulnerabilidades relativas ao tema solos, segundo o seu grau de desenvolvimento. Desta forma classificou os atributos à vulnerabilidade/estabilidade ambiental dos mesmos, e assim atribuídos as respectivas notas de acordo o Quadro 5.

Quadro 5 – Tipologia da pedologia e seus respectivos pesos.

Tipologias	Notas
Neossolo quartzenico; vertissolo; organossolo; gleissolo; plintossolo; chernossolo rëndzico; afloramento rochoso	1
Neossolo	3
Argissolo; luvisolo; alissolo; nitossolo; chernossolo; planossolo; espodossolo; cambissolo	5
Latossolo amarelo; latossolo vermelho-amarelo; latossolo vermelho; latossolo bruno	10

2.6 Quanto às distâncias das fontes geradoras de Resíduos Sólidos Urbanos – sedes municipais

Os critérios das notas usadas para as fontes geradoras de RSU, foram atribuídas visando uma faixa ideal para a economia, atribuída à localidade do futuro Aterro Sanitário e a proximidade às fontes geradoras de maior representatividade no Estado (Sedes Municipais), de acordo com ABNT (1997). Seguindo esta premissa, o Quadro 6 apresenta as notas definidas para as faixas de distâncias entre as fontes geradoras de resíduos sólidos e as áreas para implantação dos Aterros Sanitários.

Quadro 6 – Distâncias das fontes geradoras (sedes municipais) de resíduos sólidos urbanos e suas respectivas notas.

Faixas	Notas
<0,5km	1
Entre 0,5 e 3km	2
Entre 3 e 5km	5
Entre 5 e 15km	10
Entre 15 e 20km	5
>20km	2

2.7 Quanto às distâncias de núcleos habitacionais: sedes urbanas, distritos, assentamentos etc.

De acordo com ABNT (1997), deve ser avaliada a distância do limite da área útil do aterro a fontes geradoras, recomendando-se que esta distância seja superior a 500 metros. Desta forma, no intuito de evitar que núcleos habitacionais sejam afetados pela implantação de aterros sanitários, definiu-se que distâncias inferiores a 500 metros são classificadas com a nota 0 (zero). Ainda, distâncias entre 500 metros e 2 quilômetros foram classificadas com a nota 5 e o ideal foi classificado para áreas com distâncias de núcleos habitacionais superiores a 2 quilômetros.

Seguindo esta premissa, o Quadro 7 apresenta as notas definidas para as faixas de distâncias das fontes geradoras de resíduos sólidos e as áreas para implantação dos Aterros Sanitários.

Quadro 7 – Distâncias de núcleos habitacionais e suas respectivas notas.

Faixas	Notas
<0,5km	1
Entre 0,5 e 2km	5
>2km	10

Fonte: Elaborado pelos autores.

Desta forma, a Figura 3 apresenta a classificação de acordo com as distâncias de núcleos habitacionais (sedes urbanas, distritos, assentamentos, aldeias, etc.)

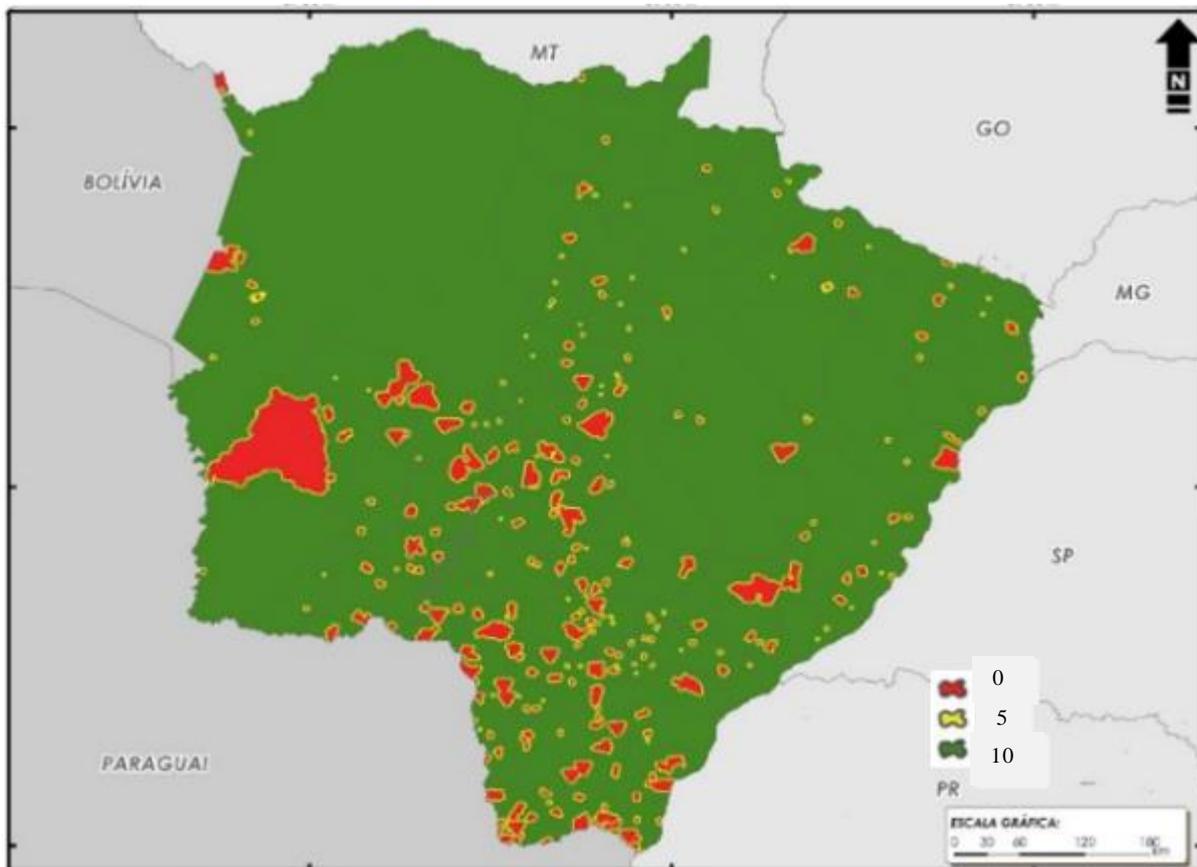


Figura 3 – Mapeamento das distâncias de núcleos habitacionais (critérios ponderáveis) e suas respectivas notas. **Fonte:** A partir dos dados da ANEEL (2018).

2.8 Quanto às distâncias das rodovias

Um dos fatores considerados na definição das áreas favoráveis para disposição final dos rejeitos gerados no Estado de Mato Grosso do Sul foi a distância dos Aterros Sanitários até a rodovias, uma vez que, aterros afastados da rodovia dificultam o seu acesso e encarecem a disposição final dos rejeitos. Desta forma considerou-se que o ideal é que o Aterro Sanitário seja implantado a uma distância que varia entre 200 e 1.000 metros de distância das rodovias, sendo que acima do valor supracitado reduz-se a nota ponderada (Quadro 08).

Quadro 8 – Distâncias das rodovias e suas respectivas notas.

Faixas	Notas
<200m	2
Entre 0,2 e 1 km	10
Entre 1 e 2,5 km	7
>2,5km	1

Importante observar que áreas com distâncias inferiores a 100 metros de rodovias configuram-se como locais de fácil acesso de pessoas aos Aterros Sanitários, sendo por isso pontuada com nota inferior a faixa supracitada.

2.9 Quanto às Unidades de Conservação do Estado de Mato Grosso do Sul

As Unidades de Conservação (UC) são áreas com características naturais de grande suporte e relevância ao homem. Elas visam a garantia e a sustentabilidade dos recursos naturais inerentes as atividades econômicas, sendo o uso dessas áreas regido por normas e regras dos governos federais, estaduais ou municipais.

O Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), no artigo 7º (BRASIL, 2000) classifica as Unidades de Conservação em dois grupos: a Unidade de Proteção Integral (UPI) e a Unidade de Uso Sustentável (UUS). As UPIs são áreas destinadas a total proteção sendo vetadas quaisquer atividades antrópicas exceto as caracterizadas por usos indiretos sendo classificadas com a nota 0 (zero) para definição das áreas favoráveis para disposição final dos rejeitos gerados no Estado de Mato Grosso do Sul.

As UUS têm como objetivo básico compatibilizar a conservação da natureza com o uso direto de parcela dos seus recursos naturais, sendo necessário avaliar através de seus respectivos Planos de Manejo a possibilidade de implantação de Aterros Sanitários nas mesmas.

Partindo desta premissa o Quadro 9 apresenta as notas definidas para as Unidades de Conservação inseridas no Estado de Mato Grosso do Sul.

Quadro 9 – Situação das unidades de conservação e suas respectivas notas.

Situação	Notas
Áreas inseridas em UCs de Proteção Integral	0
Áreas inseridas em UCs de Uso Sustentável	5
Áreas Externas	10

No intuito de apresentar as notas para as Unidades de Conservação do Estado de Mato Grosso do Sul definidas para a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos gerados foi elaborado a Figura 4.

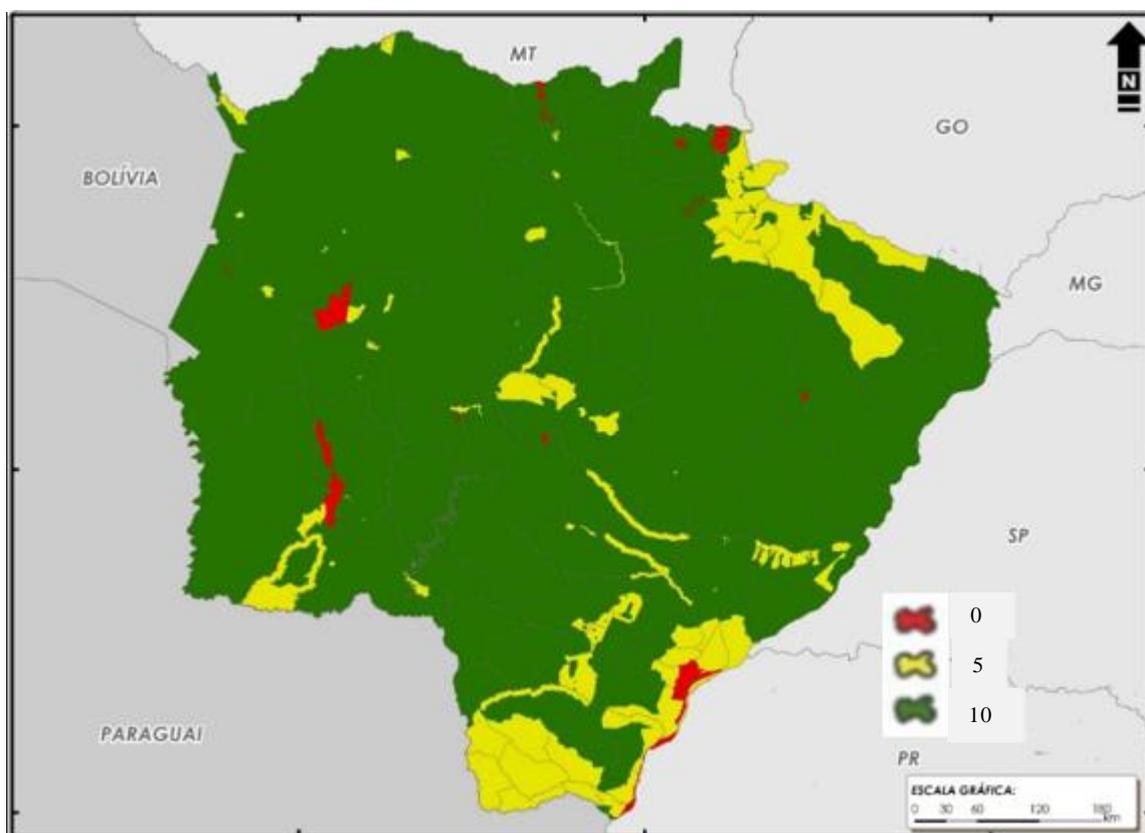


Figura 4 - Mapeamento das unidades de conservação de Mato Grosso do Sul (critérios ponderáveis), de acordo com suas respectivas notas. **Fonte:** Elaborado pelos autores, a partir dos dados do IBGE, (2016).

3 CRITÉRIOS RESTRITIVOS

Os critérios restritivos são fatores que independentemente de sua integração com os demais critérios, geram ou desencadeiam restrições na utilização de determinada área para a disposição final de RSU, seja por sua ocupação, pelas características naturais ou devido às restrições legais. Desta forma, nos próximos itens são apresentados os pesos definidos para os seguintes critérios:

- ✓ Declividade;
- ✓ Distância de coleções hídricas e/ou cursos d'água;
- ✓ Áreas inundáveis do Estado de Mato Grosso do Sul.

Nos próximos subitens serão apresentados os pesos definidos para cada classificação dos critérios restritivos, bem como o mapeamento dos mesmos para a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos gerados no Estado de Mato Grosso do Sul.

3.1 Declividade

De acordo com ABNT (1997), a topografia é uma característica determinante na escolha do método construtivo e nas obras de terraplanagem para construção da instalação de um Aterro Sanitário, recomendando-se que a implantação de Aterros Sanitários ocorra em áreas com declividade superior a 1% e inferior a 30%. Desta forma, atribuiu-se notas para o referido critério restritivo conforme exposto no Quadro 10.

Quadro 10 – Faixas das declividades e suas respectivas notas.

Faixas	Pesos
<1%	0
Entre 1% e 30%	10
>30%	0

3.2 Quanto à distância de coleções hídricas e/ou cursos d'águas

De acordo com ABNT (1997), para a implantação de um Aterro Sanitário, deve-se avaliar a influência do mesmo na qualidade e no uso das águas superficiais e subterrâneas próximas. Desta forma o Aterro Sanitário deve ser localizado a uma distância mínima de 200 metros de qualquer coleção hídrica ou curso d'água.

Seguindo esta premissa, definiu-se que áreas com distâncias inferiores a 200 metros de qualquer coleção hídrica apresentará como nota 0 (zero), enquanto que

distâncias superiores a 200 metros apresenta como nota 10 (dez) para a definição de áreas favoráveis para disposição final dos resíduos sólidos (Quadro 11).

Quadro 11 – Distâncias da coleção hídrica e suas respectivas notas.

Faixas	Notas
<200m	0
>200m	10

3.3 Quanto às áreas inundáveis do Estado de Mato Grosso do Sul

ABNT (1997) normatiza que o Aterro Sanitário não deve ser executado em áreas sujeitas a inundações. Desta forma, ponderando-se as particularidades do Estado, considerou-se que áreas com altimetria inferior ou igual a 145 metros devem ser consideradas desfavoráveis para disposição final dos rejeitos gerados no Estado de Mato Grosso do Sul (Quadro 12).

Quadro 12 – Situação das áreas inundáveis e suas respectivas notas.

Altimetria	Pesos
≤145m	0
>145m	10

No intuito de apresentar as notas para as áreas inundáveis do Estado de Mato Grosso do Sul definidos para a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos gerados foi elaborado a Figura 5.



Figura 5 - Mapeamento das propícias a inundação de Mato Grosso do Sul (critério restritivo), de acordo com suas respectivas notas. **Fonte:** Elaborado pelos autores, a partir dos dados do IBGE, (2015)

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir da definição e mapeamento dos critérios restritivos e ponderáveis para a definição das áreas favoráveis para disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos gerados no Estado de Mato Grosso do Sul, foram realizados cruzamentos dos dados de dois a dois até que se chegasse ao resultado final. Cada cruzamento foi realizado a partir do cálculo da média ponderada para cada uma das notas apresentadas. Desta forma áreas classificadas com a nota 0 (zero) se manterão com o mesmo valor até o final do cruzamento das informações.

Seguindo esta premissa os dados foram cruzados, de acordo com os critérios previamente definidos e o resultado foi a definição das áreas favoráveis para

disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos gerados no Estado de Mato Grosso do Sul (Figura 6)

A partir do cruzamento dos critérios utilizados para a para a definição das áreas favoráveis para disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos gerados no Estado de Mato Grosso do Sul, agrupou-se as notas em três classificações distintas, sendo elas:

- ✓ Áreas não favoráveis para disposição final dos resíduos sólidos – notas de 0 a 4;
- ✓ Áreas favoráveis para disposição final dos resíduos sólidos com restrição – notas de 5 a 8;
- ✓ Áreas favoráveis para disposição final dos resíduos sólidos – notas 9 e 10.

Importante observar que este estudo é um levantamento prévio realizado por meio da integração de informações em ambiente SIG (Sistema de Informação Geográfica), sendo necessário, na fase de licenciamento ambiental da atividade, a realização de levantamento técnico *in loco* nas referidas áreas para a avaliação se elas são, realmente favoráveis, para disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos gerados no Estado de Mato Grosso do Sul.

No intuito de ilustrar as referidas áreas conforme as classificações definidas, foi elaborada a Figura 6.

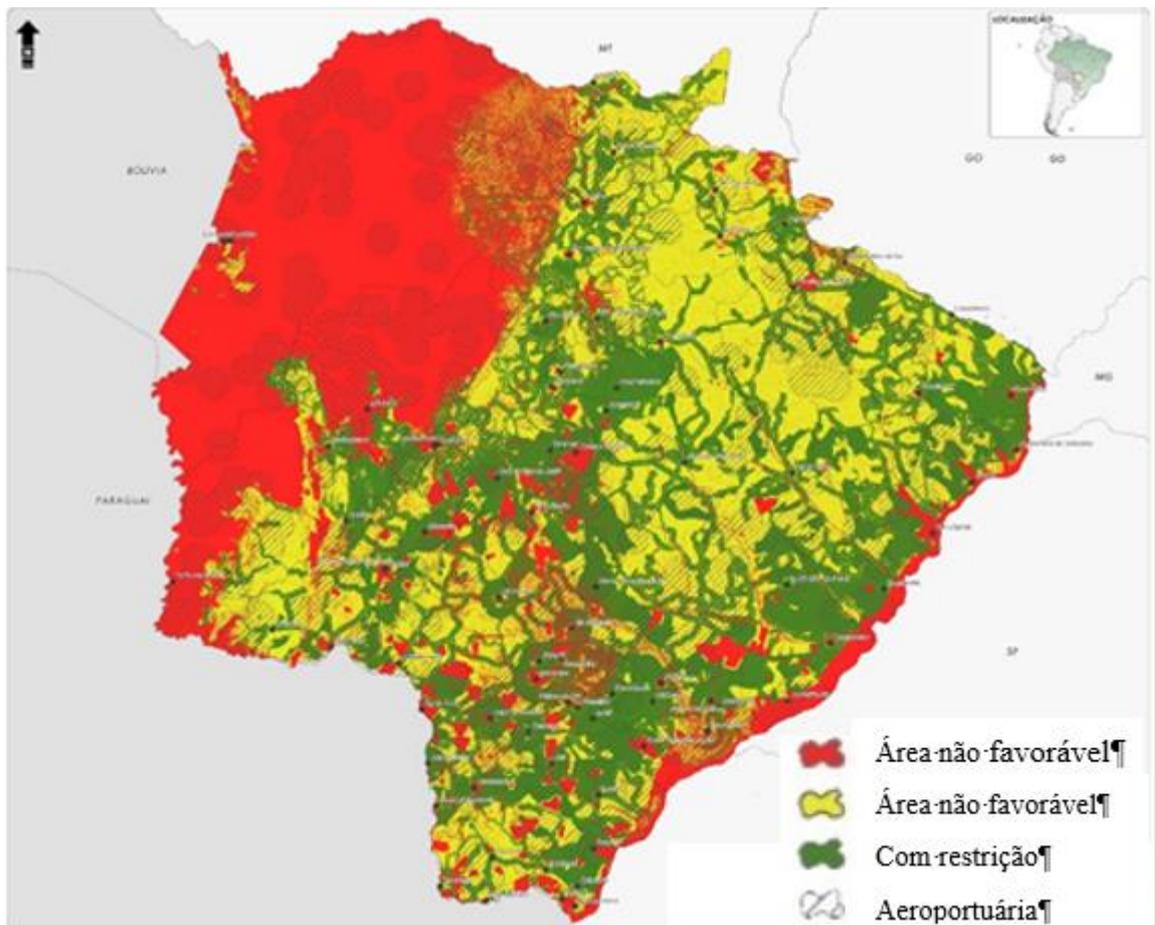


Figura 6 – Áreas favoráveis para disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos gerados no Estado de Mato Grosso do Sul.

IDENTIFICATION OF AREAS FAVORABLE TO THE FINAL DISPOSAL OF SOLID WASTE OF MATO GROSSO DO SUL

ABSTRACT

The State of Mato Grosso do Sul is located to the south of the Brazilian Center-West Region. According to IBGE (2010), the area is 357,145,532 km², and 2.62 million inhabitants, of which 786,797 inhabit the capital, Campo Grande. One of its great challenges is the protection of this natural wealth, which, necessarily, is related to the disposal of its solid waste. Thus, the objective of this work was to identify favorable areas for disposal units, environmentally adequate, of tailings, thus contributing to the conservation of water resources, the Cerrado and the Pantanal of South-Mato Grosso. The identification of favorable areas for this activity was carried out using a geotechnology technique based on the multicriteria analysis of physical, technical, legal and environmental factors. The criteria of restriction (slope, distance of water collections and, flooded areas) and, weighting (pedology, lithology, distances of highways, land use and occupation, conservation units, priority areas, distances and sources generating residues and, nuclei). The results allowed the construction of a map indicating the favorable regions for the destination of tailings: areas not favorable for final disposal of solid wastes; favorable areas for disposal of restricted solid waste; and, favorable areas for final disposal of solid waste.

Keywords: Mato Grosso do Sul, RSD, City Statute, Cerrado, Pantanal

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. Sistema de Informações Geográficas do Setor Elétrico. **Mapas básicos**. Disponível em: <<http://sigel.aneel.gov.br/portal/home/group.html?owner=portaladmin&title=Mapas%20B%C3%A1sicos>>. Acesso em: 13 jul. 2018.

ALHO, C. J. R. Desafios para a conservação do Cerrado face às atuais tendências de uso e ocupação. In: Aldicir Scarioti; José Carlos Sousa-Silva; Jeanine Maria Felfili. (Org.). **Cerrado: ecologia, biodiversidade e conservação**. Brasília, DF, Ministério do Meio Ambiente (MMA), v. único, p. 367-382. 2005.

ANDRADE, R. G.; BOLFERE, E.L.; VICTORIA, D. C.; NOGUEIRA, S.F. Avaliação das condições de pastagens no Cerrado brasileiro por meio de geotecnologias. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável (RBAS)**, v. 7, n.1, p. 34-41, março, 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13.896**: Aterros de resíduos não perigosos: critérios para projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro, 1997.

BRASIL. Congresso. Câmara dos Deputados. **Política Nacional de Resíduos Sólidos** [recurso eletrônico]. 2. ed. Brasília, DF, Edições Câmara, 73 p. 2012.

BRASIL. Conselho Nacional de Meio Ambiente. **Resolução nº 4**, de 9 de outubro de 1995. Publicado no Diário Oficial (da) República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 11 dez. 1995, Seção 1, página 20388

BRASIL. **Lei nº 12.305**, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Publicada no Diário Oficial (da) República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 03 ago. 2010, Seção 1.

BRASIL. **Lei nº 9.985**, de 18 de julho de 2000. Institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação. Publicada no Diário Oficial (da) República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 19 set. 2000.

CARRILHO, A.N.; CANDIDO, H.G.; SOUZA, A.D. Geoprocessamento aplicado na seleção de áreas para a implantação de aterro sanitário no município de Conceição das Alagoas, Minas Gerais. **Eng. Sanit. Ambient**, v. 23, n. 1, 2018, p. 201-206.

CREPANI, E.; MEDEIROS, J.S.; HERNANDEZ FILHO, P.; FLORENZANO, T.G.; DUARTE, V.; BARBOSA, C.C.F. **Sensoriamento remoto e geoprocessamento aplicados ao zoneamento ecológico-econômico e ao ordenamento territorial**. São José dos Campos, INPE, 2001. Disponível em: <<http://sap.ccst.inpe.br/artigos/CrepaneEtAl.pdf>>. Acesso em: 12 jul. 2018.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades e estados**. 2019. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/ms/campo-grande.html>>. Acesso em: 28 nov. 2019.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Geociências**. 2016. Disponível em: <https://downloads.ibge.gov.br/downloads_geociencias.htm>. Acesso em: 13 jul. 2018.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual técnico de pedologia**. 3. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2015. 425 p. Disponível em: <<https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv95017.pdf>>. Acesso em: 13 jul. 2018

LIMA, J.E.F.W.; SILVA, E.M. Análise da situação dos recursos hídricos do Cerrado com base na importância econômica e socioambiental de suas águas. In: SIMPÓSIO NACIONAL CERRADO, 9., 2008, Brasília. **Anais eletrônicos** ... Brasília: ParlaMundi, 2008. Disponível em: <http://www.cpac.embrapa.br/publicacoes/search_pb/1?q=Recurso%20h%C3%ADdrico>. Acesso em: 11 jul. 2018.

LIMA, J.E.F.W.; SILVA, E.M. **Estimativa da produção hídrica superficial do Cerrado brasileiro**. Planaltina, DF, Embrapa Cerrado, 2005, p. 63-72

MATO GROSSO DO SUL. Instituto de Meio Ambiente de Mato Grosso do Sul. **Relatório de qualidade das águas superficiais do Estado de Mato Grosso do Sul – 2009/2010**. Campo Grande. 2012, 200p.

OSGeo. Open Source Geospatial Foundation. **QGIS**. Versão 3.2.0. 2018. Disponível em: <https://www.qgis.org/pt_BR/site/>. Acesso em: 12 jul. 2018.

SCAIOTI, A.; SOUZA-SILVA, J.C.; FELFILI, J.M. (Org.). **Cerrado: ecologia, biodiversidade e conservação**. Brasília, DF, Ministério do Meio Ambiente (MMA), 2005, v. único, p. 367-382.