



Otimização espacial participativa na avaliação de alternativas locais para instalação de aterros sanitários: um novo paradigma no planejamento ambiental

Iporã Brito Possanti¹ e Vinícius Montenegro²

¹Universidade Federal do Rio Grande do Sul, e-mail:possanti@gmail.com

²Universidade Federal do Rio Grande do Sul, e-mail:eng.cart.montenegro@gmail.com

Palavras-chave: otimização espacial; aterro sanitário; mapeamento participativo;

Resumo

A disposição final de resíduos sólidos em aterros sanitários consiste em uma crescente problemática na Região Metropolitana de Porto Alegre, relacionada principalmente com a falta de alternativas locais e poucos avanços sobre os processos de redução da produção de resíduos. Essa situação agravou-se no início de 2019 com a pressão causada por um empreendimento de aterro sanitário no município de Viamão. Nesse caso, apesar das diretrizes de licenciamento ambiental instituídas preverem “baixa” sensibilidade ambiental, uma grande mobilização social denunciou impactos não previstos pelas diretrizes, como a questão de segurança hídrica, e conseguiu da Prefeitura de Viamão o sinal de que é preciso avaliar de forma mais detalhada a aptidão local no município e na região como um todo. Nesse contexto, o presente estudo objetiva contribuir com uma proposição de metodologia de mapeamento participativo das alternativas locais. O método proposto consiste em um modelo de aptidão local baseado em indicadores espaciais de aptidão, que por sua vez são calibrados e validados com pesos relativos entre si. A aptidão local, assim é calculada pela média ponderada dos indicadores através de álgebra de mapas com *software* de geoprocessamento. O elemento participativo do método é que a calibração dos indicadores e a definição de seus respectivos pesos poderão ser realizadas em oficinas, conselhos, audiências e outros instrumentos de controle social, com diversos atores sociais validando o processo de mapeamento. Como resultado, é apresentado o produto de uma simulação realizada com 11 indicadores de aptidão local e pesos relativos iguais entre os indicadores. Esse resultado foi analisado tanto pela visualização na forma bruta quanto pela agregação pela média zonal de municípios e pela média zonal de uma grade regular hexagonal. As formas agregadas de visualização permitiram perceber o padrão espacial da aptidão local na escala regional e municipal. Em termos regionais, o município de Viamão foi identificado como aptidão média “baixa”, em contraste com Eldorado do Sul, Triunfo, Montenegro e Capela de Santana, com aptidão média “muito alta”. Na escala municipal, o município de Viamão apresentou um núcleo das melhores áreas na sua porção leste, nas imediações da RS-040 a caminho de Capivari do Sul. Por fim, foi feita uma comparação do resultado simulado com o mapa de sensibilidade ambiental da Portaria 018/2018, em que foi percebido que o resultado demonstrou um grau médio ligeiramente mais permissivo que o mapa de sensibilidade ambiental. Apesar disso, diversas discrepâncias foram observadas, em especial em áreas que o mapa de sensibilidade ambiental é indiferente à dinâmicas de natureza social e política, tais como a densidade populacional e proximidade de áreas prioritárias para a conservação da biodiversidade.

Introdução

A disposição final de resíduos sólidos urbanos em aterros sanitários consiste em uma crescente problemática para os municípios do estado do Rio Grande do Sul. Na Região Metropolitana de Porto Alegre, aqui considerada em destaque, a grande maioria dos municípios exportam seus resíduos para fora de seus limites, enviando-os para disposição final em aterros regionais, como o de Novo Hamburgo e de Minas do Leão. Apenas de ganhos de escala alegados, essa situação vai, em geral, de encontro aos princípios e objetivos da Política Nacional de Resíduos Sólidos, que coloca a disposição final como última instância do ciclo de vida dos resíduos (BRASIL, 2010) e prioriza a redução da produção de resíduos.

No sentido de instrumentalizar a política de resíduos sólidos no Rio Grande do Sul, o governo estadual publicou, em 2014, o Plano Estadual de Resíduos Sólidos (PERS-RS). A partir dos estudos de áreas potencialmente favoráveis para instalação de aterros sanitários delimitados no PERS-RS, o governo executivo do estado regulamenta por meio da Portaria 018/2018 critérios e diretrizes para licenciamento ambiental de aterros sanitários. Com isso, é instituído um mapa de sensibilidade ambiental com o propósito de indicar a localização viável de empreendimentos, conforme expresso na Portaria:

Art. 3º (...) § 1º A FEPAM deverá disponibilizar o “*Mapa de Diretrizes para o Licenciamento Ambiental de Aterros Sanitários no Estado do Rio Grande do Sul*” em seu site na internet, em escala que permita ao empreendedor a exata localização dos empreendimentos.

Nessa ótica, o governo do estado estabelece uma fórmula supostamente facilitadora do licenciamento ambiental de aterros sanitários através de um instrumento técnico, que divide o território em zonas com diferentes classes de aptidão.

Em Janeiro de 2019, menos de um ano após a sua publicação, a Portaria 018/2018 entrou no debate público que surgiu em torno de um empreendimento de aterro sanitário no município de Viamão. A área desse empreendimento, em destaque na Figura 1, chamada de “Fazenda Montes Verdes”, consiste em uma propriedade rural de aproximadamente 180 hectares localizada na zona rural de Viamão, próxima às comunidades do Cantagalo, Passo da Areia e de aldeia Guarani. O que chama a atenção, no entanto, é que a área da propriedade é zoneada em sua maior parte como “baixa” sensibilidade ambiental pelo mapa da Portaria 018/2018. À medida que a comunidade do entorno foi tomando consciência da magnitude dos impactos potenciais do empreendimento, um movimento preservacionista autointitulado de “Não ao Lixão” foi sendo expandido a partir de moradores e lideranças do município (REDAÇÃO SUL 21, 2019). Entre diversas outras bandeiras, foi destacada pelo movimento a questão da contaminação potencial da água subterrânea, que a totalidade da comunidade do entorno depende para seu consumo doméstico – fato não diagnosticado pelo mapa de sensibilidade ambiental.

O movimento fez uso de sua força em Fevereiro de 2019, quando uma audiência pública foi realizada na Câmara de Vereadores de Viamão (Figura 2), reunindo uma diversidade ampla de movimentos sociais, comunidades, entidades e representações políticas (BRITTO, 2019a). Em seguida, reuniões com a Secretaria de Meio Ambiente e Prefeitura de Viamão confirmaram o peso político da campanha, culminando na manifestação formal do Prefeito (Sr. André Pacheco) de que a área do empreendimento não é própria e de que “um grupo de trabalho multidisciplinar” deverá ser criado para encaminhar a questão dos resíduos sólidos no município (BRITTO, 2019b).

Sob esse contexto, o presente estudo objetiva contribuir na metodologia de definição de alternativas locais aptas para instalação de aterros sanitários no município de Viamão e, dada a extensão do debate público, também na Região Metropolitana de Porto Alegre. Com isso, buscamos trazer uma metodologia de mapeamento da aptidão locacional que, apesar de lançar mão de técnicas de geoprocessamento, é aberta para os diversos atores sociais exercerem sua influência de forma participativa. Partimos da premissa de que o princípio de controle social, estabelecido na Política Nacional de Resíduos Sólidos, deve ser o fio condutor das decisões tomadas nesse setor e poderá ser fortalecido com a metodologia proposta. Como resultado apresentado, foi realizada uma simulação da metodologia em dois cenários e seu produto foi comparado ao mapa de sensibilidade ambiental instituído pela Portaria 018/2018.

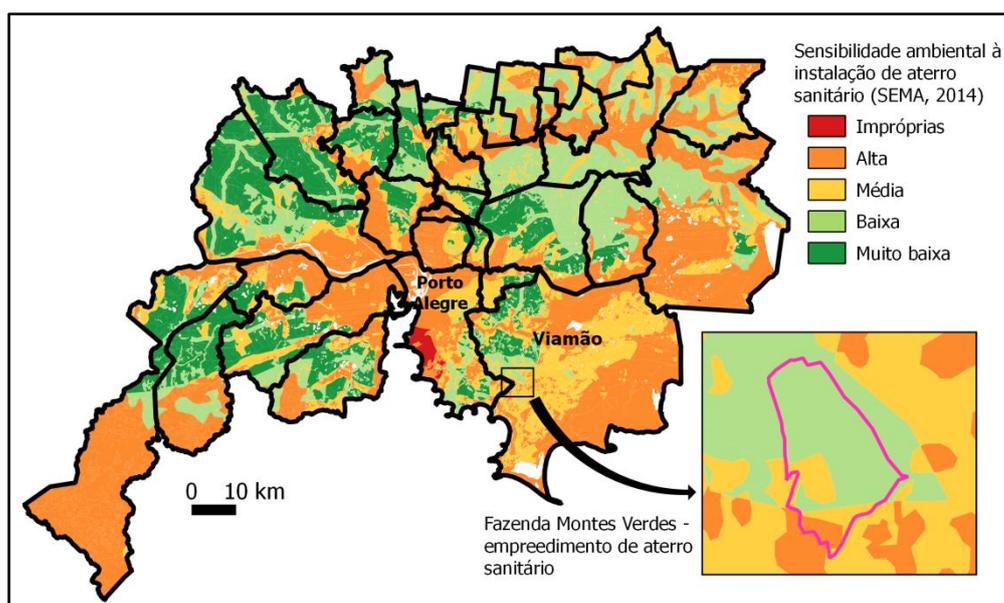


Figura 1: Mapa de sensibilidade ambiental usado nas diretrizes de licenciamento de aterro sanitário na Região Metropolitana de Porto Alegre e destaque para o local de empreendimento de aterro sanitário na Fazenda Montes Verdes. (fonte: adaptado de SEMA/RS, 2018)



Figura 2: Audiência pública realizada no dia 12/02/2019 na Câmara de Vereadores de Viamão, onde entidades e movimentos sociais se manifestaram contrários à instalação do aterro sanitário na Fazenda Montes Verdes. (fonte: reprodução Facebook)

Materiais e Métodos

A aptidão locacional para instalação de aterros sanitários foi definida por um modelo de otimização espacial baseado em indicadores de aptidão espacial. O modelo, assim, calcula a aptidão locacional, através da sobreposição espacial dos indicadores de aptidão para cada unidade espacial e então acusa desde as melhores até as piores alternativas locais em uma área de interesse. Nesse processo, cada indicador de aptidão possui um peso em relação aos demais, o que permite uma ampla gama de resultados possíveis, de acordo com a distribuição de pesos entre os indicadores. Matematicamente, o modelo de aptidão locacional consiste em uma média ponderada de indicadores de aptidão:

$$A = \frac{\sum_{i=1}^n p_i * I_i}{\sum_{i=1}^n p_i} \quad (1)$$

Onde A é a aptidão locacional, I_i é a aptidão locacional do indicador i , p_i são os pesos relativos à cada indicador i e n é o número de indicadores de aptidão.

Na prática, o modelo de aptidão locacional consiste em aplicar a formulação matemática às camadas de indicadores por álgebra de mapas com *software* de geoprocessamento. O elemento participativo do método está na calibração e validação do modelo realizadas em uma ampla discussão pública. Em outras palavras, os indicadores de aptidão (calibração e qualificação) e seus pesos relativos (qualificação e validação) devem ser elencados e definidos democraticamente com os atores sociais por meio de conselhos, oficinas, grupos de trabalho, audiências públicas e demais instrumentos de participação e controle social. Esse processo participativo é facilitado pela flexibilidade do modelo proposto, que não limita a quantidade de indicadores nem exige temas específicos para esses, de forma que as proposições advindas do processo participativo não são cerceadas por características desse. A presente análise, portanto, realizou uma simulação do modelo considerando dois cenários: (1) sem zonas de exclusão e (2) com zonas de exclusão. As zonas de exclusão foram definidas por determinados indicadores de aptidão que anulam a aptidão locacional em partes específicas do espaço (Unidades de Conservação, por exemplo). Para ambos os cenários, foram simulados 11 indicadores de aptidão com pesos iguais (ou seja, o modelo foi simulado como uma média aritmética). Os indicadores usados são listados na Tabela 1.

Indicador de aptidão	Peso simulado	Função de afinidade	Limiar simulado	Zona de exclusão	Fonte
Proximidade de Unidades de Conservação	1	Linear e negativa	1 km	Sim	MMA, 2019
Proximidade de Terras Indígenas	1	Linear e negativa	1 km	Sim	FUNAI, 2019
Proximidade de comunidades remanescentes de quilombolas	1	Linear e negativa	1 km	Sim	INCRA, 2019
Proximidade de áreas prioritárias para conservação	1	Linear e negativa	1 km	Sim	MMA, 2007
Proximidade de zona de segurança aeroportuária	1	Linear e negativa	1 km	Sim	SEMA, 2014
Proximidade de cobertura do solo sensível (urbana, florestal, banhado e água)	1	Linear e negativa	100 m	Sim	Cordeiro e Hasenack, 2009
Proximidade de cursos d'água	1	Linear e negativa	30 m	Não	SEMA, 2018
Proximidade de rodovias asfaltadas	1	Linear e positiva	3 km	Não	SEMA, 2018
Densidade populacional	1	Linear e negativa	20 hab/ha	Não	IBGE, 2010
Densidade de poços	1	Linear e negativa	-	Não	CPRM, 2019
Litologia aflorante	1	Por classes	-	Não	CPRM, 2014

Tabela 1: relação de indicadores usados nas simulações do modelo.

Os indicadores de aptidão foram gerados a partir de dados vetoriais e aplicando-se lógica *fuzzy*. Os dados foram convertidos no formato matricial, processados e padronizados em uma escala de aptidão de 0 a 100, onde 100 é o valor de aptidão locacional máximo. O processamento de cada indicador lançou mão de parâmetros de limiar saturação (ver Tabela 1) definidos por opinião especialista (KRUEGER et al., 2012). Esses parâmetros consistem no processo de calibração do indicador e, em uma aplicação real, devem ser avaliados de forma democrática pelos atores sociais envolvidos, que também devem, ao longo do processo de participação, qualificar os indicadores e pesos. Por simplicidade, foram empregadas funções de afinidade *fuzzy* lineares na construção dos indicadores. A única exceção de relação foi da litologia aflorante, que foi empregada uma função de afinidade baseada em classes. A Figura 3 apresenta um exemplo do processo de construção de indicador de aptidão.

A área de análise escolhida foi a extensão territorial da Região Metropolitana de Porto Alegre. Dada a problemática recente quanto à instalação de aterro sanitário, foi dada ênfase ao município de Viamão. Como método de visualização e agregação dos resultados, se empregou mapas coropléticos tanto dos municípios quanto de uma grade regular hexagonal. Essa mesma grade regular hexagonal foi empregada na comparação entre o resultado do modelo e o mapa de sensibilidade ambiental usado pela SEMA como diretrizes de licenciamento ambiental para aterros sanitários (SEMA/RS, 2018). Nessa última análise, foi realizada a diferença entre o modelo de aptidão e a sensibilidade ambiental, ambos padronizados em uma escala de 0 a 100, onde 100 representa a melhor aptidão e a pior sensibilidade ambiental.

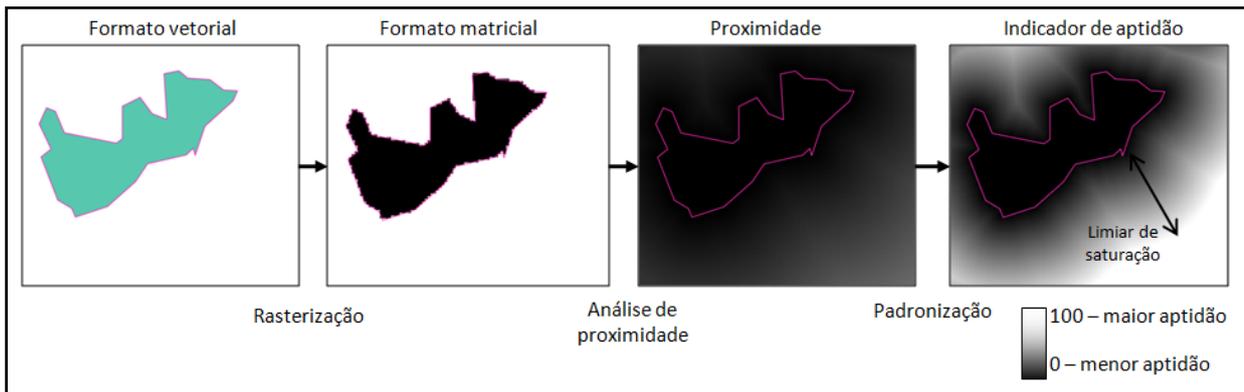


Figura 3: Fluxograma para construção de indicador por geoprocessamento a partir de dado espacial no formato vetorial.

Resultados e Discussão

Como resultado intermediário, foram obtidas 11 camadas matriciais dos indicadores de aptidão locacional (Figura 4). A aplicação do modelo com pesos iguais para todos os parâmetros (média aritmética) resulta na simulação de aptidão locacional, que pode ser visualizado na Figura 5. Por outro lado, na Figura 6 pode ser visualizado o resultado da simulação do modelo considerando as zonas de exclusão. A principal diferença entre esses dois resultados foi a alteração dos valores de máximo e mínimo calculados pela média, o que comprimiu o intervalo de valores da matriz resultante. Por consequência, as faixas de menores aptidões são deslocadas para locais que no modelo sem as zonas de exclusão seriam de aptidão moderada, sendo por isso um cenário mais restritivo.

Sob um olhar metropolitano, o cenário com zonas de exclusão elimina a possibilidade de alternativa locacional de aterro sanitário na totalidade dos municípios de Porto Alegre, Alvorada, Canoas, Cachoeirinha, Esteio e Sapucaia do Sul, especialmente em razão da zona de aproximação aeroportoviária. Outro destaque é o impacto da APA do Banhado Grande sobre os municípios de Viamão, Gravataí, Glorinha e Santo Antônio da Patrulha, reduzindo drasticamente a disponibilidade alternativas locais em termos de área percentual desses municípios.

No município de Viamão, em destaque na Figura 5, a sobreposição dos indicadores de aptidão produziu três núcleos de aptidão muito baixa, inclusive na localidade da Fazenda Montes Verdes, alvo de empreendimento de aterro sanitário. Um núcleo que acusa alta e muito alta aptidão locacional no município foi identificado na porção leste do município, nas imediações da RS-040, a caminho de Capivari do Sul. A região plana dominada por lavouras de arroz na porção leste e sudeste do município foi classificada nas faixas de aptidão moderada e alta.

As representações coropléticas da média zonal por municípios e pela grade regular hexagonal são apresentados nas Figuras 7 e 8, respectivamente. Essas figuras permitem visualizar o resultado do cenário sem zonas de exclusão de forma agregada e identificar padrões espaciais em nível local e regional.

Os municípios que, em termos médios, apresentaram as melhores aptidões locais na Região Metropolitana de Porto Alegre foram Eldorado do Sul, Triunfo, Montenegro, Capela de Santana e Dois Irmãos. Porto Alegre, Canoas e Cachoeirinha apresentam-se com as piores alternativas locais (nas faixas de muito baixa aptidão). O município de Viamão, por sua vez, compõe o bloco de municípios com baixa aptidão. O padrão da média zonal municipal pode ser melhor elucidado pelo exame da amostragem da grade regular hexagonal, que acusa os núcleos das melhores e piores alternativas locais.

A comparação pela diferença entre o modelo de aptidão locacional e a sensibilidade ambiental usada nas diretrizes de licenciamento (SEMA/RS, 2018) pode ser visualizada de forma espacial na Figura 9. Nessa figura, o mapa apresenta os locais que o modelo de aptidão foi mais restritivo, mais permissivo ou semelhante à escala de sensibilidade ambiental das diretrizes de licenciamento. O histograma da Figura 10 permite confirmar que o modelo de aptidão simulado na presente análise foi relativamente bem equilibrado com uma média zonal de 6, um valor relativamente próximo à zero na escala de análise (-100 a 100). Ainda assim, o resultado manteve um ligeiro desvio para o lado positivo, ou seja, foi ligeiramente mais permissivo em termos totais que o modelo de sensibilidade ambiental da SEMA.

Nessa ótica, o modelo de aptidão simulado no município de Viamão (ver destaque da Figura 9) produziu dois grandes núcleos de

diferenças em seu território: um núcleo relativamente mais restritivo na porção oeste e um núcleo relativamente mais permissivo na porção leste. Essas duas discrepâncias decorrem do modelo de aptidão locacional não ser apenas um modelo de fragilidade do meio físico ou biótico, como o modelo de sensibilidade ambiental da SEMA, mas por incorporar diversas variáveis espaciais de natureza social e política, tais como a proximidade de terras indígenas, a densidade populacional, as áreas prioritárias para conservação, etc. Dessa forma, áreas tidas como altamente sensíveis pelo modelo da SEMA podem ser classificadas como altamente aptas em termos locais pelo modelo de aptidão por estarem, por exemplo, distantes dos núcleos densamente habitados e próximas de uma rodovia asfaltada.

Destaca-se também que o modelo resulta em uma informação espacialmente contínua classificada em valores de aptidão que serve não somente ao apontamento de áreas aptas ou não, mas também à hierarquização dessas, que pode ser realizada através de médias zonais ou outro método que permita quantificar aptidão e comparar diferentes áreas propostas.

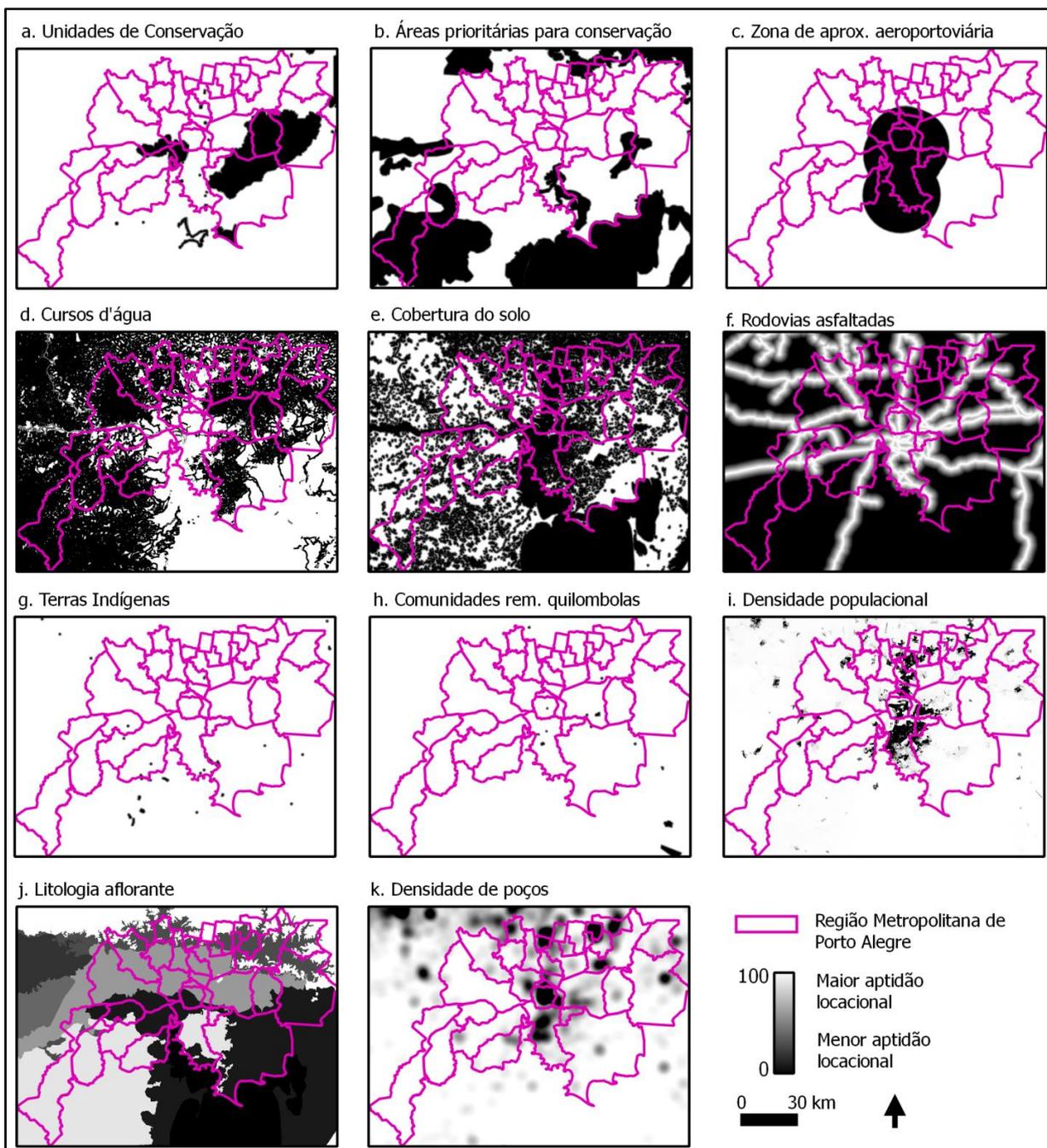


Figura 4: Simulação de indicadores espaciais de aptidão locacional para a instalação de aterro sanitário na Região Metropolitana de Porto Alegre.

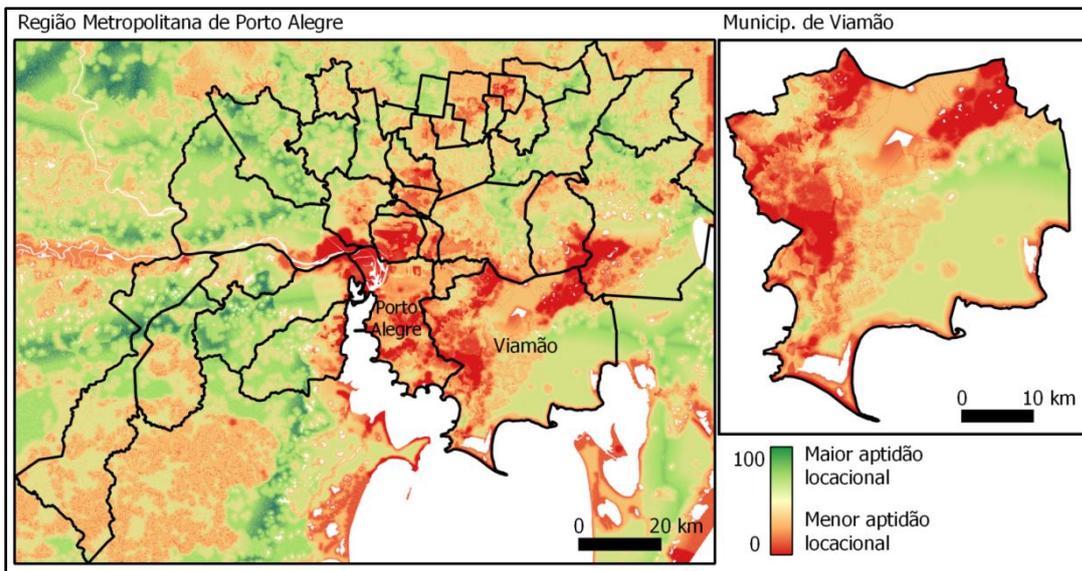


Figura 5: Simulação do modelo de aptidão locacional de aterros sanitários na Região Metropolitana de Porto Alegre considerando os indicadores propostos e peso igual para todos os indicadores.

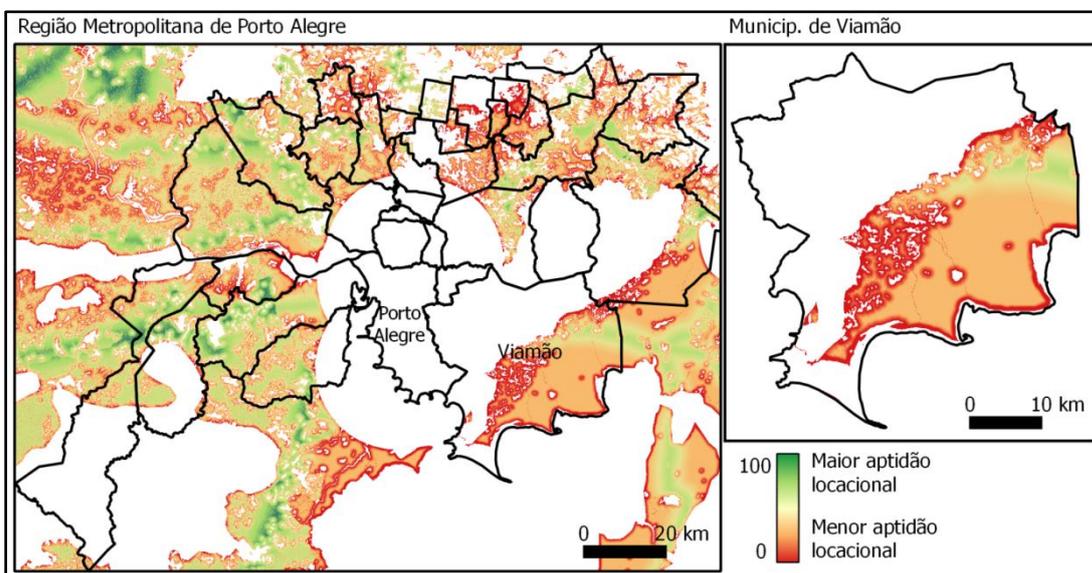


Figura 6: Simulação do modelo de aptidão locacional de aterros sanitários na Região Metropolitana de Porto Alegre considerando os indicadores propostos, peso igual para todos os indicadores e zonas de exclusão.

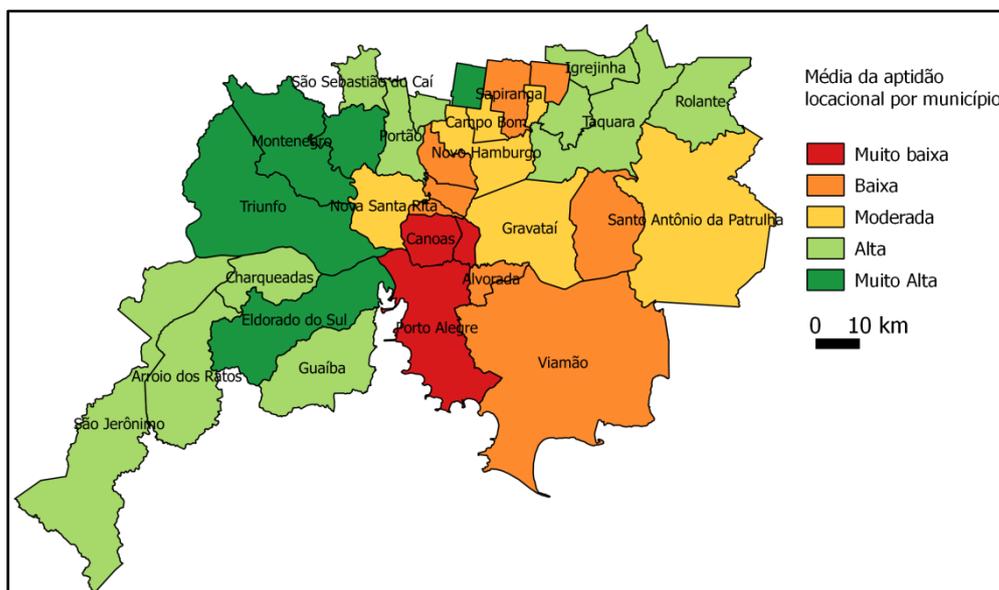


Figura 7: Representação coroplética da média zonal por municípios da aptidão locacional de aterros sanitários

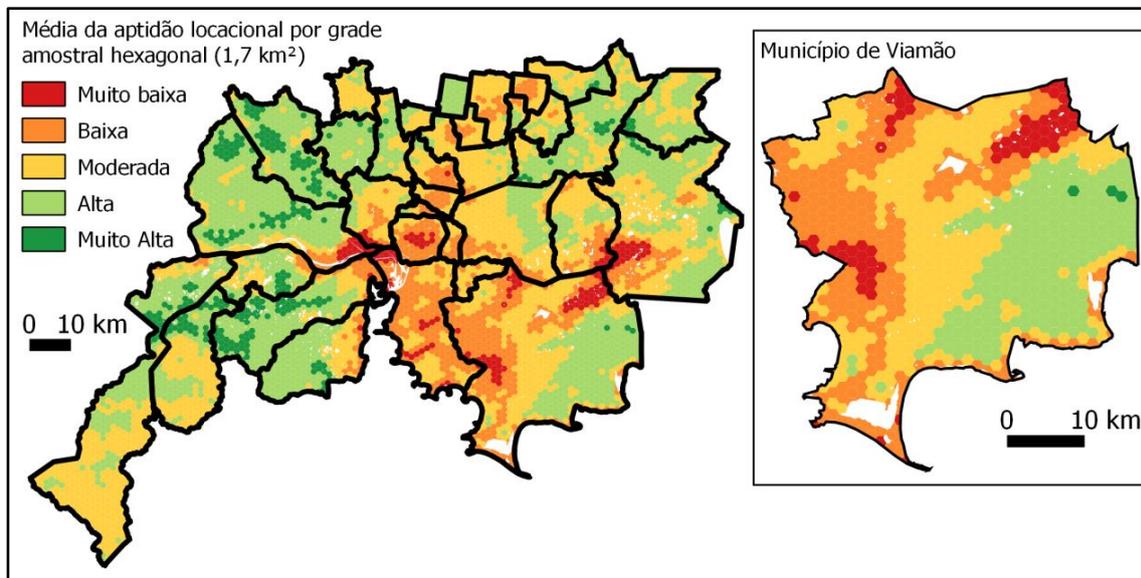


Figura 8: Representação coroplética da média zonal por grade regular hexagonal da aptidão locacional de aterro sanitário

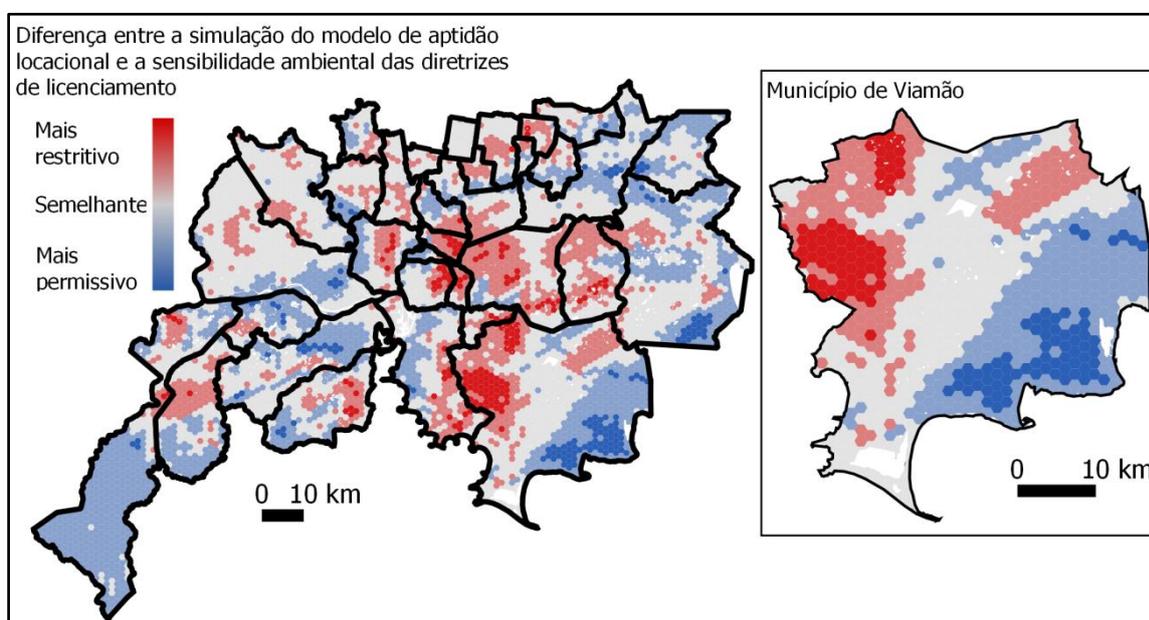


Figura 9: Representação coroplética da diferença entre a simulação do modelo de aptidão e o modelo de sensibilidade ambiental das diretrizes de licenciamento da SEMA (SEMA/RS, 2018)

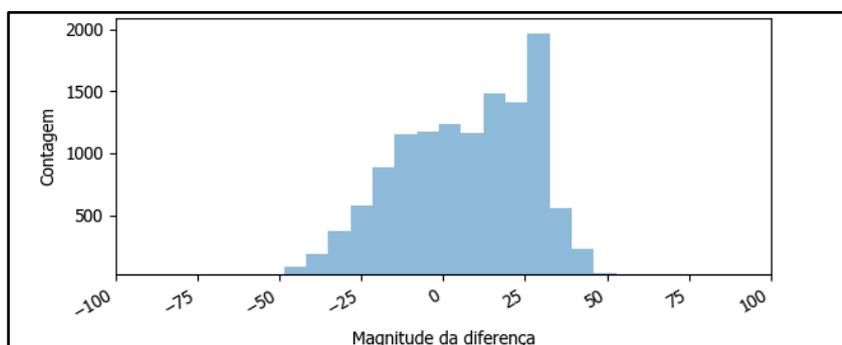


Figura 10: Histograma das diferenças zonais entre o modelo de aptidão locacional simulado e o modelo de sensibilidade ambiental

Considerações Finais

O presente estudo apresentou uma metodologia de mapeamento da aptidão locacional para a instalação de aterros sanitários passível de calibração e validação pelos atores sociais envolvidos, fazendo um contraponto a instrumentos de mapeamento rígidos e cegos à dinâmica social e política, como atualmente é o mapa de sensibilidade ambiental instituído pela Portaria 018/2018 da SEMA. Em um sentido mais amplo, o estudo contribui em termos metodológicos para encaminhar a questão de instalação de aterro sanitário no município de Viamão e, por extensão, na Região Metropolitana de Porto Alegre. A metodologia foi simulada considerando-se onze indicadores de aptidão locacional, peso relativo igual entre os indicadores e cenários com e sem zonas de exclusão. Em relação ao mapa de sensibilidade ambiental instituído pela Portaria 018/2018, o resultado da simulação foi

ligeiramente mais permissivo em termos médios. No entanto, em se tratando de nível municipal, o resultado simulado acusou discrepâncias significativas, especialmente restringindo áreas em que se acumulam, além das variáveis ambientais, dinâmicas sociais e políticas, tais como alta densidade populacional, proximidade de terras indígenas, áreas prioritárias para conservação, etc. Recomenda-se que a metodologia seja aprimorada com a concepção de um processo de calibração e validação participativo que não perca sua dimensão técnica. Por exemplo, que o processo inclua um conselho técnico de diversas entidades para decidir como ajustar os parâmetros das relações de proximidade entre os indicadores. Por fim, espera-se que o método proposto seja ou incorporado ou transforme-se em fonte de inspiração nos encaminhamentos da questão do município de Viamão.

Como proposição de atividades futuras, propõe-se avaliação de um terceiro cenário em definidas zonas de exclusão, como no cenário 2, sejam gerados gradientes lineares a partir dos limites dessas, inserindo a distância dessas no indicador e também a diferenciação entre unidades de conservação de proteção integral e uso sustentável na geração desse cenário.

Referências

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 República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 03 Agosto de 2010.

BRASIL/FUNDAÇÃO NACIONAL DO ÍNDIO. Geoprocessamento – Shapefile das Terras Indígenas. Disponível em: <http://www.funai.gov.br/index.php/shape>. Acesso em: 10 de Fevereiro de 2019.

BRASIL/MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). Portaria MMA Nº 09 de 23 de Janeiro de 2007. Dispõe sobre o reconhecimento de áreas prioritárias para conservação, utilização sustentável e repartição de benefícios da biodiversidade brasileira. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 24 de Janeiro de 2007.

BRASIL/MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). Dados georreferenciados – CNUC – Cadastro Nacional de Unidades de Conservação. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/areas-protetidas/cadastro-nacional-de-ucs/dados-georreferenciados.html>. Acesso em: 10 de Fevereiro de 2019.

BRITTO, J. Comunidade se mobiliza contra aterro sanitário em Viamão. **Zero Hora**. Porto Alegre, 11 de Fevereiro de 2019. Disponível em: <https://gauchazh.clicrbs.com.br/porto-alegre/noticia/2019/02/comunidade-se-mobiliza-contraterro-sanitario-em-viamao-cjs0k8kys02mp01lihh11hn1o.html>. Acesso em: 10 de Fevereiro de 2019.

BRITTO, J. Prefeito admite que área em Viamão não serve para aterro sanitário. **Zero Hora**. Porto Alegre, 26 de Fevereiro de 2019. Disponível em: <https://gauchazh.clicrbs.com.br/porto-alegre/noticia/2019/02/prefeito-admite-que-area-em-viamao-nao-serve-para-aterro-sanitario-cjsl0nzzw024t01p81uptijq1.html>. Acesso em: 10 de Fevereiro de 2019.

CORDEIRO, J.L.P.; HASENACK, H. Cobertura vegetal atual do Rio Grande do Sul. In: Pillar, V. D.; Müller, S. C.; Castilhos, Z. M. S.; Jacques, A. V. A. (ed.) **Campos Sulinos conservação e uso sustentável da biodiversidade**. Ministério do Meio Ambiente. Brasília, 2009, 403 p. il. col. Capítulo 23. p. 285 - 299. ISBN 978-85-7738-117-3.

KRUEGER, T. et al. **Environmental Modelling & Software**. The role of expert opinion in environmental modelling. *Environmental Modelling and Software*, v. 36, p. 4–18, 2012.

REDAÇÃO SUL21. Moradores de Viamão e Porto Alegre se mobilizam contra instalação de Aterro Sanitário no Cantagalo. **Sul 21**. Porto Alegre, 22 de Janeiro de 2019. Disponível em: <https://www.sul21.com.br/cidades/2019/01/moradores-de-viamao-e-porto-alegre-se-mobilizam-contrainstalacao-de-aterro-sanitario-no-cantagalo/>. Acesso em: 10 de Fevereiro de 2019.

RIO GRANDE DO SUL. Portaria FEPAM Nº 18 de 05 de Março de 2018. Dispõe sobre critérios e diretrizes gerais, bem como define os estudos ambientais e os procedimentos básicos a serem seguidos no âmbito do licenciamento ambiental de aterros sanitários. **Diário Oficial do Estado do Rio Grande do Sul**, Poder Executivo, Porto Alegre, RS, 05 de Março de 2018.

RIO GRANDE DO SUL/SEMA. Base Cartográfica do Estado do Rio Grande do Sul, Escala 1:25.000 – versão 1.0 – 2018. Disponível em: <http://ww2.fepam.rs.gov.br/bcrs25/>. Porto Alegre, 2018. Acesso em: 10 de Fevereiro de 2019.

RIO GRANDE DO SUL/SEMA. **Plano Estadual de Resíduos Sólidos**. Porto Alegre, RS, 2014.

RIO GRANDE DO SUL/FEPAM. Critérios para licenciamento ambiental – diretrizes para licenciamento de resíduos – Mapa de sensibilidade ambiental arquivos em shapefile. Disponível em: http://ww2.fepam.rs.gov.br/doclics/residuos/shapes_diretrizes_aterros_sanitarios.rar. Acesso em: 10 de Fevereiro de 2019.

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL (CPRM). SIAGAS. Disponível em: http://siagasweb.cprm.gov.br/layout/visualizar_mapa.php. Acesso em: 10 de Fevereiro de 2019.

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL (CPRM). Mapa Hidrogeológico do Brasil ao Milionésimo. Disponível em: <http://cprm.gov.br/publique/Hidrologia/Mapas-e-Publicacoes/Mapa-Hidrogeologico-do-Brasil-ao-Milionesimo-756.html>. Acesso em: 10 de Fevereiro de 2019.