



IDENTIFICAÇÃO DE ÁREAS INAPTAS PARA APLICAÇÃO DE BIOFERTILIZANTE DE BIOMASSA RESIDUAL DA SUINOCULTURA POR MEIO DE SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA (SIG) NO PARANÁ

Patricia Godoi Silva (*), Kleberon Rodrigo do Nascimento, Caroline Cristina Engel Gabriel, Diego Santos de Oliveira, Jefferson Luiz Gonçalves Silva

* PTI/CIH - Parque Tecnológico Itaipu / Centro Internacional de Hidroinformática. patricia.godoi@hotmail.com.

RESUMO

Este artigo leva em consideração o passivo ambiental gerado pela produção de dejetos suínos proveniente de animais em confinamento, e propõe elaborar o mapeamento de áreas consideradas inaptas para aplicação de biofertilizante derivado da biomassa residual da suinocultura no estado do Paraná, tendo por ferramenta de suporte algumas técnicas disponibilizadas em Sistema de Informação Geográfica (SIG). No desenvolvimento metodológico foram apresentados processos para identificação de locais que sejam inaptos para aplicação de biofertilizante, através da relação entre critérios de áreas com restrição ao subproduto animal, em consequência disso constatar as áreas aptas. Considera-se como principal resultado o mapa que apresenta áreas inaptas e, consecutivamente, possibilita identificar as áreas que podem servir para aplicação de biofertilizante. O uso do SIG proporcionou o georreferenciamento das áreas com restrição à aplicação de biofertilizante, possibilitando estimar 59.212,33 km² de áreas inaptas no Paraná que representam 29,71% da área total do estado.

PALAVRAS-CHAVE: geoprocessamento; *software* QGIS; energias renováveis; suinocultura.

ABSTRACT

This article takes into account the environmental liabilities generated by the production of swine manure from animals in confinement, and proposes to elaborate the mapping of areas considered inapt for the application of biofertilizer derived from the residual biomass of pig farms in the state of Paraná, using as a support tool some techniques available in the Geographic Information System (GIS). In the methodological development, processes were presented to identify sites that are unfit for application of biofertilizer, through the relationship between criteria of areas with restriction to the animal by-product, as a result of this, to verify the apt areas. It is considered as main result the map that presents the inapt areas and, consecutively, it makes possible to identify the areas that can be used for biofertilizer application. The use of GIS provided the georeferencing of areas with restriction to biofertilizer application, making it possible to estimate 59.212,33 km² of inapt areas in Paraná that represent 29,71% of the total area of the state.

KEY WORDS: geoprocessing; QGIS software; renewable energy; swine.

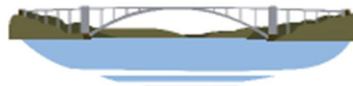
INTRODUÇÃO

A suinocultura representa grande valor econômico ao Brasil, encontra-se em 4º lugar no ranking de maior produção, com efetivo de suínos de 40,33 milhões de cabeças em 2015. Dos estados do Brasil, o Paraná é um dos maiores produtores, responsável por 17,7% da produção (IBGE, 2015), com proporção de abate de 21,01% de cabeças suínas em 2017 (ABPA, 2018).

De acordo com Pinto et al., (2014), no Brasil a produção de suínos é uma atividade antiga, cujo acentuado desenvolvimento ao longo dos anos resultou no aumento do acúmulo de dejetos. Quando lançados de forma incorreta, os resíduos da suinocultura podem impactar no ecossistema (CAMPOS, 2015). De acordo com as estimativas de Nascimento (2016), as atividades suínolas na região oeste do Paraná são responsáveis por gerar, aproximadamente, 967.487,598 m³.ano⁻¹ de excrementos.

Dentre as alternativas de destinação dos dejetos, está o biofertilizante, um líquido com grande concentração de nutriente. Na suinocultura, são produzidos em biodigestores que atuam como uma câmara de fermentação, onde o excremento passa por biodigestão por meio da dinâmica de bactérias anaeróbicas (CAPINAM MACÊDO e COSTA, 2012).

Contudo, para aplicação do biofertilizante deve-se levar em consideração as diferentes variáveis que assegurem a preservação do ecossistema, como o conhecimento das características do solo, de áreas de preservação ambiental, faixas de restrição de rodovias e ferrovias, e em limites territoriais impróprias de aplicação.



Corrêa et al., (2011), recomenda que a utilização desse tipo de biofertilizante seja feito em grandes culturas, principalmente cujos produtos são consumidos após industrialização ou não consumidos in natura. E ainda, indicam a aplicação em reflorestamentos, produção de grama, fruticulturas, e inibe-se o uso em culturas em que as frutas têm contato direto com o solo. No caso de pastagens, o uso é indicado desde que, respeite-se o tempo de carência de 40 dias após a incorporação no solo.

Dentre as áreas que apresentam critérios de inaptidão para aplicação de biofertilizante, estão as áreas de preservação ambiental, as quais em sua maioria são embasadas no código florestal. A Lei nº 12.727 estabelece inúmeras normas de preservação de áreas ambientais, por exemplo, áreas de vegetação nativa, Áreas de Preservação Permanente (APP), reserva legal, nascentes, locais de altitude superior 1800m, declividade acima de 45°, área de topo de morro, hidrografia, banhado, borda chapada, manguezal, uso restrito, restinga e vereda (BRASIL, 2012).

Em vista da extensão territorial da área de estudo, a ser analisada para identificação de áreas apropriadas para a aplicação de biofertilizante, faz-se necessário a utilização de recursos de análises espaciais de forma remota. As geotecnologias, como Sistema de Informação Geográfica (SIG), são ferramentas que possibilitam a realização de diferentes tipos de zoneamento, monitoramento de áreas de risco, proteção ambiental e estudos de modelagens (FITZ, 2018). Esses mecanismos permitem realizar análises sem a necessidade de estar em contato direto com o território em estudo.

Diante da relação dos critérios que indicam áreas com restrições à aplicação de biofertilizante, os processos computacionais em SIG prospectam que esse estudo possibilitará uma ascensão na cadeia produtiva do biofertilizante, bem como um incentivo de pesquisas relacionadas a sua devida utilização, de forma a estimular o tratamento dos dejetos provenientes da suinocultura, e a redução do passivo ambiental gerado por este.

OBJETIVOS

Esse trabalho tem por objetivo mapear áreas inaptas para aplicação de biofertilizante proveniente de biomassa residual da suinocultura no estado do Paraná, tendo por ferramenta de suporte às técnicas disponibilizadas em Sistema de Informação Geográfica (SIG).

METODOLOGIA

A pesquisa foi desenvolvida na área limítrofe do estado do Paraná, região Sul do Brasil, dividida geograficamente em 10 mesorregiões pelo IBGE, entre os paralelos 22°29'S e 26°43'S e os meridianos 48°2'O e 54°38'O. A extensão territorial é de 199.307,939 Km² (IBGE, 2017a).

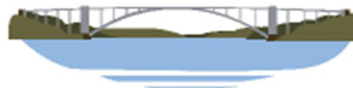
A estruturação deste trabalho embasou-se na correta destinação dos resíduos gerados no processo de digestão anaeróbia de biomassa residual de suínos em biodigestor. Conforme demonstrado por Barbosa e Langer (2011), quando os dejetos passam por tratamento com biodigestores, há redução de gases do efeito estufa e posteriormente ganhos com a utilização do biofertilizante nas lavouras e pastagens.

Além do supracitado, foi levado em consideração os aspectos que assegurem a proteção do meio ambiente, em respectivo as áreas de aplicação do biofertilizante. À vista disso, foi realizado um delineamento de critérios restritivos para aplicação de biofertilizante de biomassa residual da suinocultura, nos quais consideraram áreas com baixa viabilidade técnica econômica e áreas com critérios de preservação ambiental, ambos embasados em legislações, instruções normativas, regulamentações, entre outros documentos técnicos, apontados no Quadro 01.

Quadro 01: Relação dos critérios de áreas restritas à aplicação de biofertilizante.

Variável	Critério de Limitação	Fonte *
Unidades de conservação	Áreas de restrição	MMA
Vegetação nativa, APP, Reserva Legal, Nascentes, Altitude > 1800m, Declividade > 45°, Topo de Morro, Hidrografia, Banhado, Borda Chapada, Manguezal, Uso restrito, Restinga e Vereda	Áreas de restrição	SiCAR
Terras indígenas	Áreas de restrição	FUNAI
Quilombolas	Áreas de restrição	INCRA

(continua)



(continuação)

Variável	Critério de Limitação	Fonte
Faixa de Domínio das rodovias	Restrição - raio abaixo de 15 m	PNLT
Malha Ferroviária	Restrição - raio abaixo de 15 m	DNIT
Área Urbana	Restrição - raio abaixo de 500 m	SOS Mata Atlântica

* MMA - Ministério do Meio Ambiente, SICAR - Sistema Nacional de Cadastro Ambiental Rural, ITCG - Instituto de Terras, Cartografia e Geologia do Paraná, FUNAI - Fundação Nacional do Índio, PNL - Plano Nacional de Logística e Transportes, INCRA - Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária, DNIT - Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes.

Após relacionar as áreas com critérios de restrição (Quadro 01), foi realizada a aquisição de dados geográficos referentes às variáveis de interesse, de forma a constituir uma base de dados. Esses dados foram padronizados sob o Sistema de Referência SIRGAS2000 UTM 22S – EPSG:31982, através do software QGIS. Tendo em vista a grande quantidade de dados, os mesmos foram processados em escala de mesorregião para a melhor eficiência do processamento.

Sucessivamente a aquisição, foi realizada uma validação dos dados, buscando e identificando a presença de erros na geometria, através do verificador de topologia. Os erros foram corrigidos por algoritmos próprios do QGIS, da biblioteca GRASS 7 e da biblioteca LWGEOM.

Com os dados corrigidos foi possível gerar uma máscara contendo todos os dados geográficos que representam as áreas inaptas à aplicação de biofertilizante, alvo deste estudo, além de permitir a quantificação destas áreas. A etapa final consistiu na elaboração de mapas temáticos para as mesorregiões do Paraná, representando a máscara construída.

RESULTADOS

A padronização dos dados, em conjunto com os processos para as correções de topologia, compreende os primeiros resultados deste trabalho, pois integram o banco de dados geográficos criado, das áreas de interesse, permitindo a análise, gestão e procedimentos em ambiente computacional SIG.

A Figura 01, apresenta as áreas espacializadas do inventário de locais com restrição ao biofertilizante no Paraná, simbolizado no mapa por uma máscara em vermelho. De forma indireta, o mapa representa simbolicamente na cor verde as áreas com aptidão para aplicação do biofertilizante.

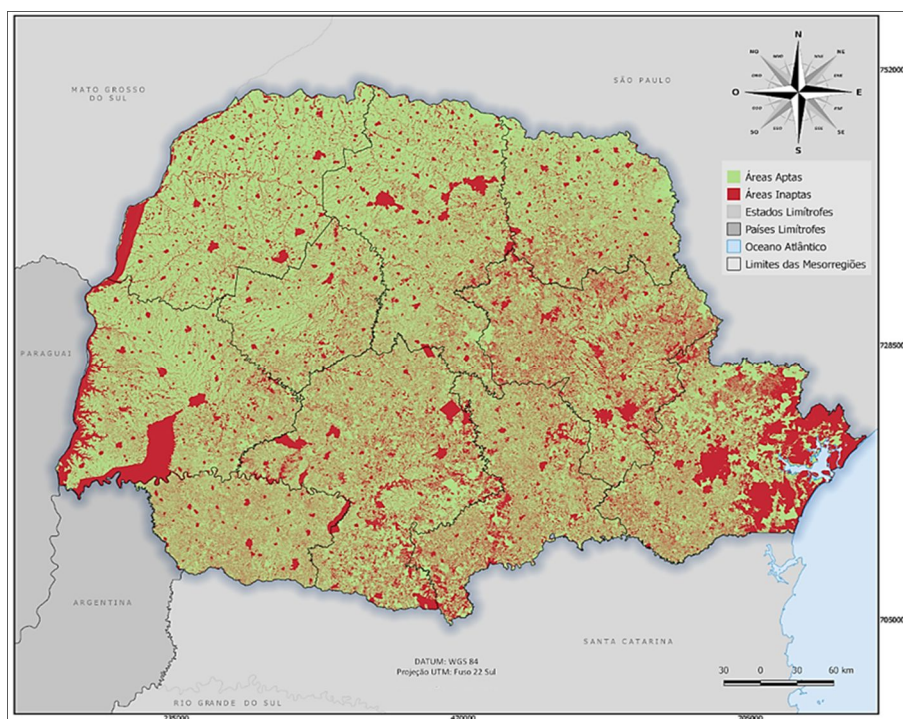
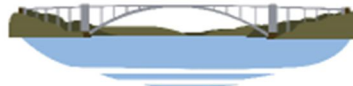


Figura 01: Mapa de áreas inaptas para aplicação de biofertilizante de biomassa residual da suinocultura.



A Tabela 01, lista as mesorregiões do Paraná e o cálculo de áreas inaptas para aplicação de biofertilizante proveniente de atividade suína.

Tabela 01: Áreas inaptas para aplicação de biofertilizante de biomassa residual da suinocultura em mesorregiões do estado do Paraná

Mesorregiões	Área territorial km ² (IBGE)	Área inapta km ²	% área inapta
Centro Ocidental Paranaense	11.935,28	2.573,66	21,56%
Centro Oriental Paranaense	21.853,53	7.855,49	35,95%
Centro-Sul Paranaense	26.473,78	8.684,37	32,80%
Metropolitana de Curitiba	22.822,36	10.490,83	45,97%
Noroeste Paranaense	24.488,73	4.892,97	19,98%
Norte Central Paranaense	24.555,76	5.513,92	22,45%
Norte Pioneiro Paranaense	15.726,68	3.593,43	22,85%
Oeste Paranaense	22.851,00	6.512,46	28,50%
Sudeste Paranaense	16.950,10	5.865,76	34,61%
Sudoeste Paranaense	11.650,72	3.229,44	27,72%

Dados do IBGE (2017b), referem que o Sul do Brasil se destaca com o maior efetivo em rebanhos de médio porte de suínos apresentando um total de 20.970.570 cabeças, o que corresponde a 51,02% do total do país. Na região Sul, o Paraná é o segundo estado que mais se destaca nessa produção.

Em escala de mesorregiões, o Oeste Paranaense se destaca como maior produtor de suínos com 4.298.588 cabeças (71%), seguidos do Sudoeste Paranaense, Centro-Sul Paranaense, Sudeste Paranaense, Norte Central Paranaense, Norte Pioneiro Paranaense, Metropolitana de Curitiba, Noroeste Paranaense, Centro Ocidental Paranaense, Centro Oriental Paranaense com respectivamente 507.153, 309.527, 290.441, 155.359, 146.728, 136.563, 103.911, 88.495, 1.250 cabeças (IBGE, 2017b).

O Oeste Paranaense, onde concentra-se a maior produção de suínos, apresenta 28,50% de áreas inaptas para aplicação de biofertilizante proveniente dessa atividade. O Sudoeste Paranaense, segundo maior produtor de suínos traz 27,72% de áreas inaptas para aplicação de biofertilizante proveniente de atividade suína.

A mesorregião Metropolitana de Curitiba foi a que apresentou maior restrição, com 45,97% de áreas inaptas, seguida do Centro Oriental com 35,95% e do Sudeste com 34,61%. As demais mesorregiões Centro Ocidental, Centro-Sul, Noroeste, Norte Central e Norte Pioneiro apresentaram respectivamente 21,56%, 32,80%, 19,98%, 22,45% e 22,85% de áreas inaptas.

CONCLUSÕES

1. O uso de Sistema de Informação Geográfica possibilitou a espacialização dos dados de áreas restritas à aplicação de biofertilizante proveniente de biomassa residual da suinocultura, no estado do Paraná. Com isso foi possível a realização do cálculo de áreas inaptas.
2. Haja visto que a região Sul do Brasil possui a maior concentração de produção de suínos em rebanhos de médio porte, e que o Paraná se destaca como um dos maiores produtores da região (IBGE, 2017b), é notória a importância de estudos referentes a áreas restritas e ambientalmente não adequadas a aplicação do biofertilizante que pode ser gerado nessa atividade agrícola.
3. O mapa temático de áreas inaptas para a aplicação do biofertilizante mencionado, possibilitará futuros estudos para localização das áreas aptas para a aplicação, promovendo uma ascensão na cadeia produtiva do biofertilizante referido.
4. O incentivo de estudos relacionados a utilização desse tipo de biofertilizante estimula o tratamento do passivo ambiental que é gerado nessa atividade. Quando tratado de forma adequada o biofertilizante em estudo reduz sua elevada carga de poluente, promovendo com isso o desenvolvimento econômico para com o produtor que pode utilizar o resíduo tratado como renda, bem como o desenvolvimento sustentável da atividade agrícola supracitada.



AGRADECIMENTO

Os autores agradecem ao P&D “COPEL-06491-0287/2012 – Arranjo técnico e comercial de geração distribuída de energia elétrica a partir do biogás de biomassa residual da suinocultura em propriedades rurais no município de Entre Rios do Oeste do Paraná”, em parceria com o Parque Tecnológico Itaipu (PTI), a Companhia Paranaense de Energia (COPEL), o Centro Internacional de Energias Renováveis – Biogás (CiBiogás), a Prefeitura Municipal de Entre Rios do Oeste e a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABPA. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL. **Relatório Anual de Atividades**. 2017. Disponível em: < <http://abpa-br.com.br/storage/files/relatorio-anual-2018.pdf>>. Acesso em: 24 Abr. 2019.
2. BARBOSA, George; LANGER, Marcelo. Uso de biodigestores em propriedades rurais: uma alternativa à sustentabilidade ambiental. **Unesc & Ciência-ACSA**, Joaçaba, v. 2, n. 1, p. 87-96, 2011.
3. BRASIL. Lei Federal No 12.651, DE 25 DE MAIO DE 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. **Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos**.
4. BRASIL. Lei nº 12.727, de 17 de outubro de 2012. Altera a Lei no 12.651, de 25 de maio de 2012, que dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; e revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001, o item 22 do inciso II do art. 167 da Lei no 6.015, de 31 de dezembro de 1973, eo § 2o do art. 4o da Lei No 12.651, de 25 de maio de 2012. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, 2012.
5. CAPINAM MACÊDO, Kauhan Vinícius Couto Ferreira; GOMES Raphaela Christina Costa. Produção de biogás e biofertilizante através de um biodigestor alternativo usando dejetos de suínos. **VI Jornada acadêmica**. 2012.
6. CARDOSO, Bárbara Françoise; OYAMADA, Graciela Cristine; DA SILVA, Carlos Magno. Produção, tratamento e uso dos dejetos suínos no Brasil. **Desenvolvimento em Questão**, v. 13, n. 32, p. 127-145, 2015.
7. CORRÊA, J. C.; NICOLOSO, R. S.; MENEZES, J. F. S.; BENITES, V. M.; Critérios técnicos para recomendação de biofertilizante de origem animal em sistemas de produção agrícolas e florestais. **Comunicado Técnico 486, Embrapa/Suínos e Aves**. Concórdia - SC, 2011, 55 p.
8. FITZ, Paulo Roberto. **Geoprocessamento sem complicação**. Oficina de textos, 2018.
9. IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Área Territorial Oficial - Consulta por Unidade da Federação**. 2017a. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/pr.html?>>. Acesso em: 19 mar. 2019.
10. _____. Instituto Brasileiro de Geografia Estatística – **Pesquisa Pecuária Municipal. Tabela 3939 - Efetivo dos rebanhos, por tipo de rebanho**. 2017b. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/3939>>. Acesso em: 21 Mar. 2019.
11. IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Sistema de Recuperação Automática - SIDRA**. 2015. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/3939>>. Acesso em: 19 Abr. 2019.
12. ICMBIO. INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE. **Mapa Temático e Dados Geoestatísticos das Unidades de Conservação Federais**. Disponível em: <<http://www.icmbio.gov.br/portal/geoprocessamentos/51-menu-servicos/4004-downloads-mapa-tematico-e-dados-geoestatisticos-das-uc-s>>. Acesso em: 29 Ago. 2018.
13. NASCIMENTO, Kleberon Rodrigo. Representação espacial de dejetos derivados das atividades suinícolas no Oeste do Paraná. **Seminário Engenharia de Energia na Agricultura**. 2016. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/312557708_Representacao_espacial_de_dejetos_derivados_das_atividades_suinicolas_no_Oeste_do_Parana>. Acesso em: 25 Abr. 2019.
14. PINTO, Luana Patrícia et al. Levantamento de dados sobre os dejetos suínos e suas características. **Revista Brasileira de Energias Renováveis**, v. 3, n. 3, 2014. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Luana_Patricia_Pinto/publication/287689769_Levantamento_de_dados_sobre_os_dejetos_suinicos_e_suas_caracteristicas/links/56dc6ab708aee1aa5f873f31/Levantamento-de-dados-sobre-os-dejetos-suinos-e-suas-caracteristicas.pdf>. Acesso em: 24 Abr. 2019.
15. SEIFFERT, Nelson Frederico; PERDOMO, Carlos Cláudio. Aptidão de solos da bacia hidrográfica do Rio do Peixe para aporte de fertilizantes orgânicos. **Embrapa Suínos e Aves-Comunicado Técnico (INFOTECA-E)**, 1998.