

PLANTAS DE COBERTURA E ATIVIDADE ENZIMÁTICA DO SOLO: ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA EXPLORATÓRIA UTILIZANDO *METHODI ORDINATIO* E VOSVIEWER

THOMAZ BURGUEÑO DE ALPOIM; EMANUÉLLE SOARES CARDOZO²,
GABRIEL HENRIQUE SILVA DAS DORES²; MARCIANO TUCHTENHAGEM FONSECA²; CLAUDIA LIANE RODRIGUES DE LIMA³; EZEQUIEL CESAR CARVALHO MIOLA³.

¹*Universidade Federal de Pelotas* – thomaz.burqueno@outlook.com

²*Universidade Federal de Pelotas* – emanuellesoarescardozo@gmail.com

²*Universidade Federal de Pelotas* – gabrielhenriquedores@gmail.com

²*Universidade Federal de Pelotas* – marcianomtf@gmail.com

³*Universidade Federal de Pelotas* – crlima@yahoo.com.br

³*Universidade Federal de Pelotas* – ezequielmiola@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

Diversos indicadores tem sido estudados com a finalidade de fornecer informações que descrevam o estado ou condição do solo, que refletem decisões recentes de usos da terra ou manejo (KARLEN; DIZTLER; ANDREWS, 2003). Mais recentemente o conceito de saúde do solo tornou-se dominante na ciência quando o objetivo é fazer a gestão do solo, já que através desse conceito soma-se o papel dos organismos vivos que vivem nele (JANZEN; JANZEN; GREGORIC, 2021).

Diante disso, a atividade enzimática do solo tem sido frequentemente utilizada com o intuito de avaliar a saúde do solo e, especialmente no Brasil tem ganhado destaque em função da Bioanálise de solo (BioAS), metodologia desenvolvida pela Embrapa Cerrados. A prática de cultivar plantas de cobertura é muito utilizada como uma estratégia para melhorar os atributos físicos, químicos e biológicos do solo (KOUDAHE; ALLEN; DJAMAN, 2022).

Portanto, o objetivo do presente trabalho foi analisar de forma exploratória, com a finalidade de identificar as principais tendências temáticas relacionadas à atividade enzimática do solo em conjunto com o tema de plantas de cobertura utilizando o software VOSVIEWER e a metodologia *Methodi Ordinatio*.

2. METODOLOGIA

O estudo bibliométrico referente à intersecção dos temas plantas de cobertura e atividade enzimática do solo foi realizado por meio da coleta de dados da base científica Scopus e Web of Science. Essas bases foram escolhidas devido a grande abrangência de literatura existente acerca dos objetos deste estudo. O período de busca utilizado foi do ano de 2015 a 2025. Como filtro de busca foi ajustado para artigos ou revisões. As palavras-chave utilizadas foram ("soil enzyme*" OR "soil enzyme activity" OR "soil enzymatic activity" OR "extracellular enzyme*" OR "enzyme activity") AND ("cover crop*" OR "cover cropping" OR "green manure" OR "catch crop*" OR "plant cover" OR "cover plants"). Os resultados encontrados foram de 457 artigos na base da Scopus e 327 na Web of Science.

Os resultados da busca de artigos foram compilados, as duplicatas foram removidas, restando 538 trabalhos científicos, sendo posteriormente realizado uma

leitura sistemática do título e do resumo dos trabalhos para identificar o alinhamento com os temas de pesquisa. Os critérios de inclusão foram todas as pesquisas conduzidas em áreas agrícolas, com a presença de plantas de cobertura e com realização de análise de enzimas restritas ao solo.

O *Methodi Ordinatio* é uma ferramenta metodológica baseada em múltiplos critérios que pode ser utilizada para ordenar as publicações, especialmente quando há um grande número de trabalhos (PAGANI; KOVALESKI; RESENDE, 2015). O cálculo do *Methodi Ordinatio* foi realizado conforme PAGANI *et al.* (2023), expresso na equação 1:

$$InOrdinatio2.0 = \left\{ [\Delta * (FI)] - \left[\lambda * \left(\frac{APe - APu}{M} \right) \right] + \Omega * \left[\frac{Ci}{(APe + 1) - APu} \right] \right\} (1)$$

Em que:

- Δ : coeficiente de ponderação para o fator de impacto (0 a 10);
- FI: fator de impacto da revista;
- λ : coeficiente de ponderação para o ano de publicação (0 a 10);
- Ape: ano que foi realizada a pesquisa (2025);
- Apu: ano que foi publicado o artigo científico;
- M: meia-vida das citações (ajustado em 7,6 conforme PAGANI *et al.* [2023]);
- Ω : coeficiente de ponderação para o número de citações do artigo (0 a 10);
- Ci: número de citações do artigo científico.

Os coeficientes de ponderação foram ajustados ao valor de 10, com o intuito de equilibrar os diferentes critérios. Após o cálculo do *InOrdinatio2.0*, os 100 artigos melhor colocados, alinhados ao critério de inclusão após a leitura sistemática, foram selecionados para futuros estudos, os quais correspondem a 18,58% do levantamento inicialmente feito (após a remoção das duplicatas).

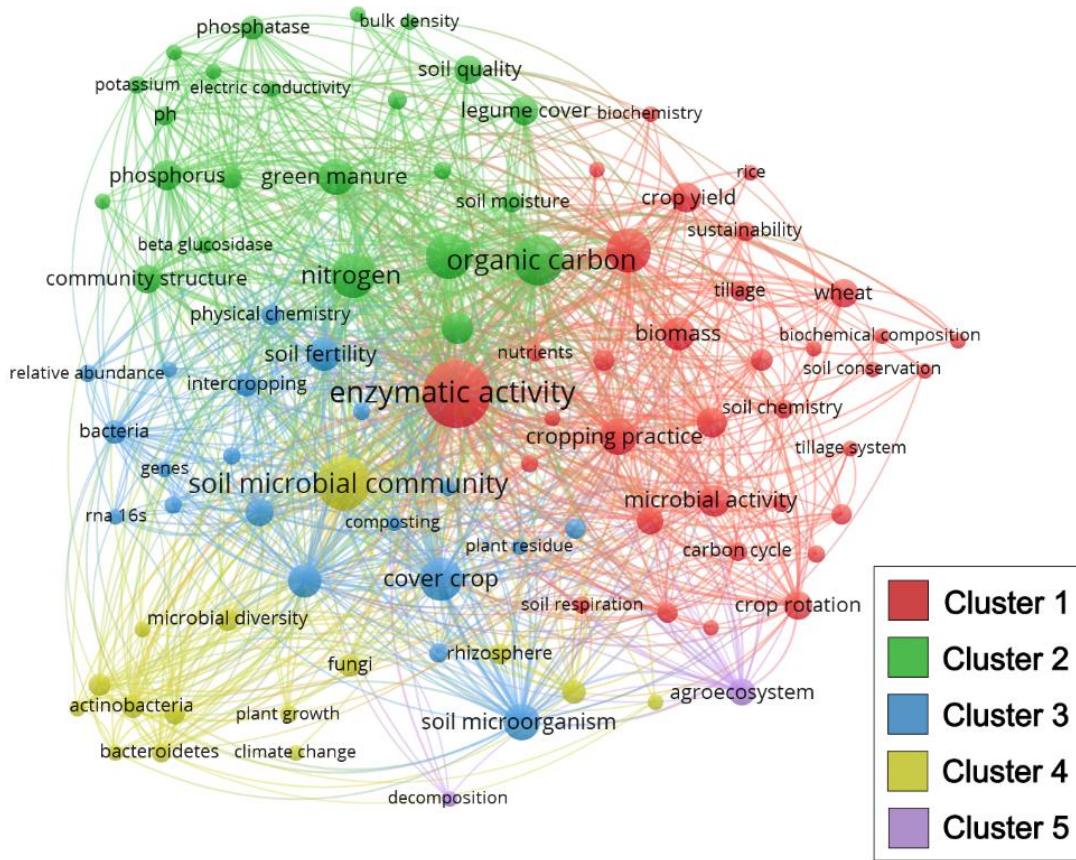
Utilizando a ferramenta do software VOSviewer (versão 1.6.20), software livre desenvolvido por VAN ECK e WALTMAN (2010) foi elaborado um mapa de co-ocorrência de palavras-chave (Figura 1), resultando em um mapa com 5 clusters. Para evitar excesso de ruído na interpretação conceitual do mapa palavras-chave redundantes foram unidas, palavras no plural foram fundidas com a sua forma singular, palavras muito genéricas e, pouco informativas foram removidas e palavras-chave com o mesmo significado e grafias diferentes foram padronizadas em uma só palavra-chave.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados foram divididos em clusters para efetuar a discussão. Sendo assim: Cluster 1 (em cor vermelha), podemos observar o termo “enzymatic activity” (atividade enzimática) como a palavra-chave de maior ocorrência tanto do cluster como de todo mapa gerado, apresentando 71 ocorrências. Além da temática de atividade enzimática, podemos observar uma temática relativa a manejo cultural (“cropping practice”, “biomass”, “crop yield”) e do solo (“soil management”, “tillage”, “soil aggregate”) bem definida entre os termos e o aparecimento de “manure” (adubo orgânico/esterco) com bastante peso. No Cluster 2 (em cor verde) a palavra-chave de maior ocorrência é “organic carbon”, ocorrendo conjuntamente com outras, relativas à fertilização agrícola como “fertilization”, “nitrogen”, “green

manure”, “ph” e outra temática aparente é das enzimas de solo, como “urease”, “beta glucosidase”, alcaline phosphatase”. Destaca-se a proximidade desse cluster com duas palavras-chave de grande peso do cluster anterior “manure” e “enzymatic activity” evidenciando que esses conceitos apresentam uma proximidade, estando espacialmente fazendo uma interface entre si. No Cluster 3 (em cor azul) observamos “cover crop” como a palavra-chave de maior peso, outros termos trazem aspectos relativos à ecologia, genética e microrganismos (como “relative abundance”, “genes”, “soil microorganism”, “bacteria”).

Figura 1. Mapa de co-ocorrência de palavras-chave utilizando uma frequência de repetição superior a 5.



No Cluster 4 observa-se a palavra-chave “soil microbial community” com o maior peso, conectando a uma temática de diversidade microbiana (“microbial diversity”) com táxons microbianos específicos (“actinobacteria”, “acidobacteria”, “fungi”). Salienta-se a distribuição espacialmente mais distante dos outros clusters comparado ao emaranhado existente entre os clusters 1, 2 e 3. A maior parte desse cluster faz interface com o cluster 3, e circunda o cluster 5. O que nos traz uma ideia de que é um assunto que está um pouco mais distante do resto, que está mais interrelacionado. Isso é bastante útil, por trazer uma ideia de que uma temática mais aprofundada relacionada ao papel dos microrganismos a nível de táxons pode ser melhor integrada ao estudo de atividade enzimática e dos impactos na qualidade do solo.

No Cluster 5, com menor expressividade, com apenas duas palavras-chave, sendo elas em ordem decrescente de ocorrência “agroecosystem” e

“decomposition”, respectivamente. Assim como o cluster 4, ocupa espacialmente uma região limítrofe, revelando uma menor frequência de associação com o restante dos termos.

4. CONCLUSÕES

Ferramentas como o VOSVIEWER e a metodologia Methodi Ordinatio revelaram-se promissoras para análises exploratórias. Com o Methodi Ordinatio foi possível selecionar na vasta literatura existente, trabalhos científicos mais relevantes levando em conta número de citações, fator de impacto e o ano de publicação. O mapa de co-ocorrências de palavras-chave gerado pelo VOSVIEWER traz uma visualização mais dinâmica e holística do levantamento realizado.

No que tange aos eixos de pesquisa centrais, observou-se potenciais lacunas em estudos que tratam a nível de especificidade taxonômica na área da microbiologia, o que pode ser desenvolvido através de futuras pesquisas para desvendar o papel ecológico de grupos de microrganismos na contribuição para as diferentes enzimas de solo estudadas na literatura.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- JANZEN, H. Henry; JANZEN, David W.; GREGORICH, Edward G. The ‘soil health’ metaphor: Illuminating or illusory? **Soil Biology and Biochemistry**, v. 159, p. 108167, ago. 2021. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2021.108167>.
- KARLEN, Douglas L.; DITZLER, Craig A.; ANDREWS, Susan S. Soil quality: why and how? **Geoderma**, v. 114, n. 3–4, p. 145–156, jun. 2003. [https://doi.org/10.1016/S0016-7061\(03\)00039-9](https://doi.org/10.1016/S0016-7061(03)00039-9).
- KOUDAHE, Komlan; ALLEN, Samuel C.; DJAMAN, Koffi. Critical review of the impact of cover crops on soil properties. **International Soil and Water Conservation Research**, v. 10, n. 3, p. 343–354, set. 2022. <https://doi.org/10.1016/j.iswcr.2022.03.003>.
- PAGANI, Regina Negri; KOVALESKI, João Luiz; RESENDE, Luis Mauricio. Methodi Ordinatio: a proposed methodology to select and rank relevant scientific papers encompassing the impact factor, number of citation, and year of publication. **Scientometrics**, v. 105, n. 3, p. 2109–2135, dez. 2015. <https://doi.org/10.1007/s11192-015-1744-x>.
- PAGANI, Regina Negri; PEDROSO, Bruno; DOS SANTOS, Celso Bilynkiewycz; PICININ, Claudia Tania; KOVALESKI, João Luiz. Methodi Ordinatio 2.0: revisited under statistical estimation, and presenting Flnder and RankIn. **Quality & Quantity**, v. 57, n. 5, p. 4563–4602, out. 2023. <https://doi.org/10.1007/s11135-022-01562-y>.
- VAN ECK, Nees Jan; WALTMAN, Ludo. Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping. **Scientometrics**, v. 84, n. 2, p. 523–538, ago. 2010. <https://doi.org/10.1007/s11192-009-0146-3>.