



Silvicultura de Precisão e o setor florestal: Uma abordagem bibliométrica

Vinvivenci Filipe Pereira de Lima e Silva¹

Josiana Jussara Nazaré Basílio¹

Anny Francielly Ataíde Gonçalves¹

Fernanda Leite Cunha¹

Otávio Camargo Campoe¹

¹Universidade Federal de Lavras (vinvivenci@hotmail.com, josianajussara@gmail.com, annyfrancielly@gmail.com, fernandaleitecunha@gmail.com, otavio.campoe@ufla.br)

RESUMO: *Silvicultura de precisão pode ser definida como um conjunto de tecnologias voltadas para otimizar e aumentar a qualidade das operações florestais. O objetivo deste estudo é realizar uma busca bibliográfica sobre o tema silvicultura de precisão no setor florestal, no intuito de fornecer insights de como a tecnologia tem sido explorada por gestores florestais. Para realizar essa revisão foi necessário a utilização do domínio Web of Science e o programa Bibliometrix para o processamento dos dados encontrados. Foram encontrados 366 artigos que relacionava com o tema e após a aplicação da técnica abstract screening foram selecionados 74 artigos que se tratava direto das tecnologias desenvolvidas com o tema silvicultura de precisão. Dentre os artigos encontrados pode-se perceber que a Silvicultura de precisão está mais avançada nas regiões de Floretas temperadas nos Países da Finlândia e Estados Unidos.*

Palavras-chave: silvicultura de precisão, bibliometria, inovações tecnológicas

Introdução

O termo silvicultura de precisão tem tomado destaque dentro do setor florestal, sobretudo quando se diz respeito ao emprego de tecnologias nos povoamentos florestais, abrangendo desde a produção de mudas até a colheita da floresta (Miranda Neto et al., 2012). O emprego das práticas silviculturas de forma tradicional consideram as grandes áreas manejadas como sendo homogêneas, desconsiderando, portanto, as necessidades específicas de cada parte do local (Tschiedel; Ferreira, 2002). No entanto, ao utilizar técnicas vinculadas á silvicultura de precisão o manejo dos povoamentos florestais é feito com base na identificação das necessidades específicas de cada local aumentando a eficiência das operações florestais (Melo, 2016).

Embora ofereça inúmeros benefícios, a silvicultura de precisão ainda tem sido pouco adotada, sendo encontrados poucos relatos do seu emprego junto ao preparo da área para plantio, otimização do traçado de estradas florestais, aplicação de fertilizantes, na implantação do povoamento florestal por meio do uso de árvores geneticamente modificadas, ou até mesmo durante a condução e manutenção dos cultivos florestais (Miranda Neto et al., 2012). Diante do exposto, o objetivo deste estudo é realizar uma busca bibliométrica sobre o tema silvicultura de precisão no setor florestal, no intuito de fornecer insights de como a tecnologia tem sido explorada por gestores florestais no mundo.



Material e métodos

Para construir um banco de dados utilizou-se do indexador *Web of Science*, o qual consiste em uma das maiores bases de dados de disponibilização de artigos científicos. As palavras chaves utilizadas foram: ("Eucalyptus" OR "Corymbia" OR "Pinus") AND ("technology innovation"). No total 478 artigos foram encontrados, sendo esses submetidos aos filtros: (i) estar escrito em inglês e/ou português, (ii) ser artigo ou artigo de revisão (iii) estar publicado em áreas relacionadas ao setor florestal.

Os metadados dos 366 artigos filtrados foram recuperados no formato BibTex(.bib) e depois convertido para um formato de planilha do Excel (.xlsx). Em seguida aplicou-se a técnica “*abstract screening*”, onde foi realizada a leitura dos resumos de cada artigo retornado na pesquisa (Chadegani et al., 2013). Ao final, selecionamos 74 artigos que tratavam especificamente do tema objetivo deste estudo.

Com o banco de dados final realizou-se as seguintes análises a partir dos metadados de cada artigo: (i) análise quantitativa da produção científica anual, (ii) distribuição geografia dos estudos, e (iii) o agrupamento das palavras chaves. Os dados foram coletados, processados e analisados usando ferramentas de análise cienciométrica e do *software* R (R Core Team, 2023) para acessar a biblioteca *bibliometrix* (Aria e Cuccurullo, 2017) e a interface web do App *Biblioshny*.

Resultados e discussão

Os primeiros artigos que abordam o tema silvicultura de precisão começaram a serem publicados no ano de 2008, com tendência de aumento ao longo dos últimos anos (Figura 1). O termo silvicultura de precisão tem origem na agricultura de precisão e surgiu com o aprimoramento no desempenho do setor florestal, buscando maior lucratividade e também a certificação florestal. O que conciliou com o período de evolução dos setores de informática e das tecnologias em geoprocessamento (Tschiedel; Ferreira, 2002).

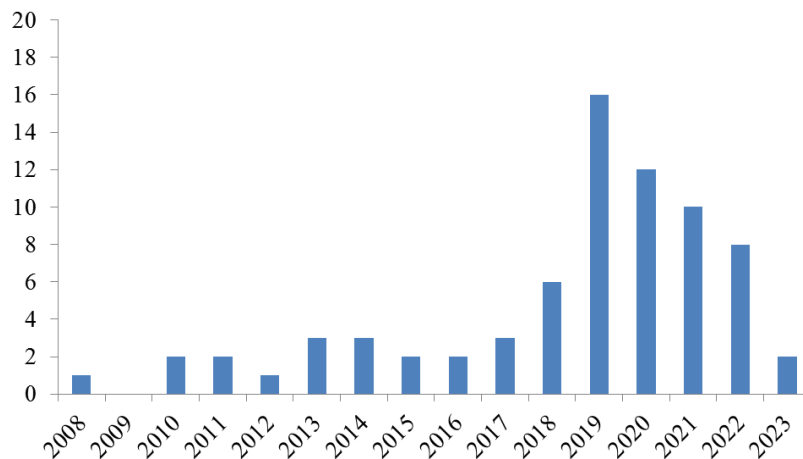


Figura 1: Número absoluto de publicações científicas anuais relacionadas a silvicultura de precisão no setor florestal mundial.

A Finlândia (182), EUA (9), China (5), França (2) e Alemanha (2) estão entre os países que mais publicam sobre a silvicultura de precisão (Figura 2). O setor florestal consiste em um dos pilares da economia na Finlândia, sobretudo quando se fala do manejo florestal das áreas nativas de *Pinus sylvestris* L. (AHTIKOSKI *et al.*, 2012). Já o Brasil apareceu em oitavo lugar no ranking de publicações (2 publicações), mesmo sendo um dos países com as melhores condições edafoclimáticas para o desenvolvimento do *Eucalyptus spp.* Isso pode ser justificado porque no Brasil o uso de dados de sensoriamento remoto, informações geográficas, tecnologias LiDAR, drone e etc, tem sido implementadas nos últimos 10 anos no setor florestal de forma a auxiliar nas tomadas de decisões pelos gestores florestais. A perda da capacidade de otimizar a produção e desenvolver tecnologias está relacionada principalmente a logística e altos juros para investimentos (IBÁ, 2014).

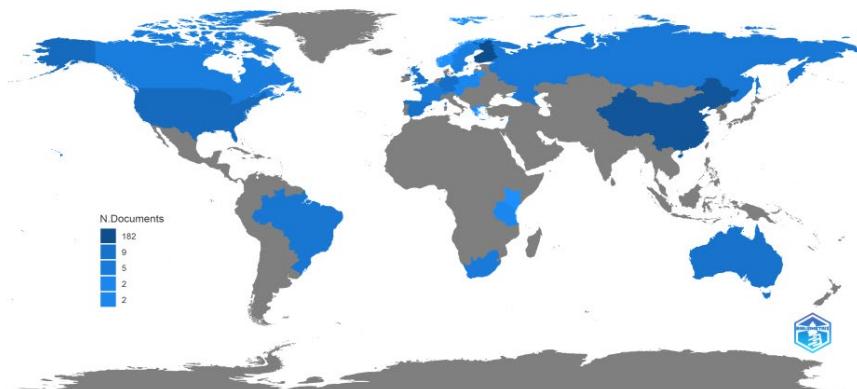


Figura 2: Distribuição geográfica da origem das publicações considerados neste estudo. A intensidade de cores representa o número de publicações por país, contando um trabalho para cada país dos autores afiliados ao artigo.



Para demonstrar a conexão das publicações, a rede mostra os países que mais se relacionam em um total de cinco grupos. A Finlândia tem maior relação com a Alemanha, Espanha, Canadá e Suíça que fazem parte do mesmo grupo. E, faz conexão com o grupo do Reino Unido que é o mesmo grupo em que o Brasil se encontra (Figura 3). Essa relação entre as publicações está ligada por um mercado que também tem bastante força entre esses países, o ramo da silvicultura privada não industrial na área da serraria, que faz com que esses países tenham forte relação com as publicações junto à Finlândia (Karppinen; Hänninen, 2006).

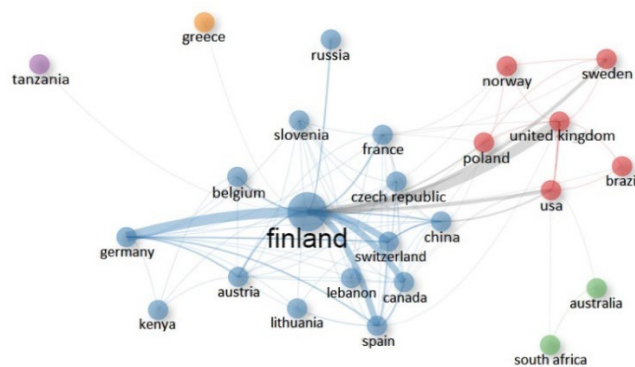


Figura 3: Mapa de visualização da rede dos países que se conectam nas publicações com base na coautoria dos dados bibliométricos entre os autores

A análise das palavras-chaves é de grande relevância para identificar quais são os temas mais abordados nos artigos. Com isso, as palavras mais citadas foram *Pinus sylvestris*, *forest inventory* e *terrestrial laser scanning* (Figura 4). Estas palavras estão diretamente relacionada com o país que mais publica que é a Finlândia, onde a silvicultura de precisão tem atuado diretamente no manejo do *Pinus sylvestris*, através do uso das tecnologias de laser no inventário das árvores (Hu *et al.*, 2023).

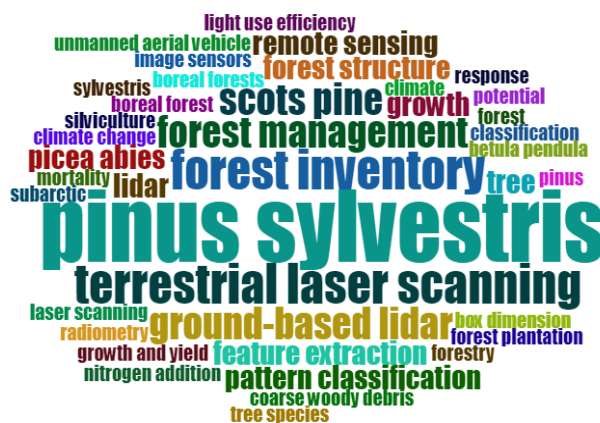
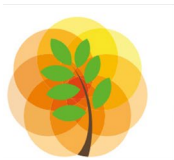


Figura 4: Rede de ocorrência baseada nas palavras-chaves dos autores.



Conclusão

As práticas relacionadas à silvicultura de precisão têm apresentado tendência crescente em seu desenvolvimento ao longo dos últimos anos. Os países que mais se desenvolveram nessa área, foram Finlândia e Estados Unidos, onde o manejo de áreas nativas apresenta alto impacto na economia desses países. Já o setor florestal brasileiro não apareceu dentre os artigos mais publicados, demonstrando uma das áreas em que pesquisadores e empresas florestais podem avançar, já que o país se encontra entre as grandes potências florestais no mundo. Além disso, futuros estudos podem ser realizados incluindo novas palavras-chaves no intuito de abranger um maior número de estudos voltados para silvicultura de precisão em outros países.

Referências Bibliográficas

AHTIKOSKI, A.; OJANSUU, R.; HAAPANEN, M.; HYNYNEN, J.; KÄRKKÄINEN, K. Financial performance of using genetically improved regeneration material of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) in Finland. **New Forests**, [s. l.], v. 43, n. 3, p. 335–348, 2012.

ARIA, M.; CUCCURULLO, C. Bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis. *Journal of Informetrics*, v. 11, n. 4, p.959-975,2017.

CHADEGANI, A. A.; SALEHI, H.; YUNUS, M. M.; FARHADI, H.; FOOLADI, M.; FARHADI, M.; EBRAHIM, N. A. A Comparison between Two Main Academic Literature Collections: Web of Science and Scopus Databases. *Asian Social Science*, v. 9, n. 5, p.18-26, 2013.

HU, M.; MINUNNO, F.; PELTONIEMI, M.; AKUJÄRVI, A.; MÄKELÄ, A. Testing the application of process-based forest growth model PREBAS to uneven-aged forests in Finland. **Forest Ecology and Management**, [s. l.], v. 529, n. June 2022, 2023.

IBA – INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES. Relatório IBÁ 2014. São Paulo: IBÁ, 2014.

KARPPINEN, H.; HÄNNINEN, H. Monitoring Finnish family forestry. **Forestry Chronicle**, [s. l.], v. 82, n. 5, p. 657–661, 2006.

MELO, E. Desafios e oportunidades para a Silvicultura de Precisão: uma síntese do congresso brasileiro de agricultura de precisão de 2014. **Série Técnica IPEF, Piracicaba**, [s. l.], v. 24, n. 45, p. 7–10, 2016.

MIRANDA NETO, A.; CAMPOS, W. H.; SILVA, K. D. A.; ROSÁRIO, A. M.; SILVA, E. Silvicultura de precisão: aplicações e implicações. **Rev. Inst. Flor.**, [s. l.], v. 24, n. 2, p. 211–223, 2012.

TSCHIEDEL, M.; FERREIRA, M. F. Introdução à agricultura de precisão: conceitos e vantagens. **Ciência Rural**, [s. l.], v. 32, n. 1, p. 159–163, 2002.

