

Metodologia da Pesquisa – PPGCA, 2020s1

Pesquisa bibliográfica sistemática

Oliveira, Danilo G.¹

¹PPGCA – Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC)

Resumo. *A indústria siderúrgica investe há várias décadas na instrumentação dos seus processos, bancos de dados massivos e automação industrial. Os modernos conceitos da Indústria 4.0, impulsionados pelo desenvolvimento tecnológico observado nos últimos anos, indicam que a siderurgia está muito distante de usufruir dos benefícios que o uso inteligente e autônomo desses dados pode oferecer. O presente trabalho estabelece os critérios para a realização de uma pesquisa bibliográfica sistemática desenhada para estabelecer o estado-da-arte da aplicação de métodos de Computação Natural, como redes neurais artificiais, aprendizagem de máquina, dentre outros, em problemas relacionados com a produção de bobinas de aços planos pela indústria siderúrgica.*

1. Introdução

A indústria siderúrgica figura entre as mais antigas na história sendo, por vezes, determinante em definir os rumos de civilizações ao prover vantagens para o lado com maior conhecimento e capacidade de produção de aço em diversas guerras ao longo dos anos [Robert, 1978].

O processo de laminação compõe a cadeia de produção de metais há vários séculos. O primeiro registro do projeto de um laminador, que é um dos processos mais complexos na siderurgia, é atribuído a Leonardo da Vinci, em 1480, segundo Roberts (1978). As pressões por saúde e segurança, alta produtividade e lucratividade, entretanto, levaram o setor a adotar alto nível de automação há vários anos.

Já na década de 1940 houve um movimento intenso de instrumentação da etapa de laminação de chapas de aço e a aplicação de computadores para realizar aquisição dos dados e modelagem do processo [Roberts, 1978]. Isso permitiu avanços importantes na formulação matemática de modelos físico e análises estatísticas, que levaram Orowan (1943) e Bland e Ford (1948) a publicarem seus modelos, usados como referência até a data de hoje [Lenard, 2014]. Como resultado, laminadores de aços planos podem ser considerados um dos processos de alta tecnologia mais bem sucedidos atualmente [Lenard, 2014].

Hu et al. (2019) indicam que, apesar de contar com extensa aplicação de sensores e uma base de dados massiva, a siderurgia é composta por complexos industriais de larga escala, o que dificulta a integração desses dados. Por esse motivo ainda não atingiu marcos importantes que outros setores alcançaram há diversos anos como o controle integrado de processos e otimização coordenada da produção [Hu et al., 2019].

Para elevar o nível de inteligência da siderurgia, Hu et al. (2019) afirma ainda que algumas companhias estão ativamente construindo uma abrangente plataforma de

gerenciamento e controle baseada nos modernos conceitos de tecnologia da informação (TI) que compõem o que vem sendo chamado de Indústria 4.0, como Internet das Coisas (IoT, da sigla em inglês), computação em nuvem e *big data* [Hu et al., 2019].

Para verificar o movimento da siderurgia na direção da Indústria 4.0 com sistemas projetados para colecionar, transformar, processar, monitorar, gerenciar e otimizar dados, Hu et al. (2019) fizeram uma revisão da literatura bastante abrangente sobre o uso de técnicas de computação flexível (ou *soft computing*) aplicadas à indústria siderúrgica, listando mais de 60 referências da área. Apesar de bastante atual e relevante, essa revisão bibliográfica não apresenta uma sistematização que assegure cobertura ampla dos principais artigos da área.

Mosavi et al. (2019), ao contrário, prepararam uma revisão sistemática da literatura, mas focando na aplicação de métodos de aprendizado de máquina (Machine Learning, ML) em sistemas de energia. Esse documento lista mais de 100 referências, mas nenhuma relacionada com a indústria siderúrgica.

Diante disso, o presente documento tem como objetivo a determinação dos protocolos para a realização de uma pesquisa bibliográfica sistemática que permita avaliar o estado da arte da aplicação de técnicas de Computação Natural (CN) ao processo de produção de bobinas de aços planos.

2. Metodologia da Pesquisa

Os mecanismos de busca acadêmica (MBA) selecionados para a realização dessa pesquisa sistemática foram o *Web of Science* da Thomson Reuters Integrity, *Xplore* da IEEE e *Scopus* da Elsevier. Esses MBAs foram selecionados por restringirem sua base de dados apenas a artigos publicados em periódicos prestigiados e, normalmente, com revisão por pares.

Os protocolos de pesquisa definidos nesse documento, sumarizados na Figura 1, visam a identificação, classificação e revisão dos trabalhos em que técnicas de CN foram aplicados a processos siderúrgicos. Diante disso, os diversos trabalhos envolvendo definição de composições químicas ou parâmetros de processos para atingimento de alguma característica do produto (como propriedades mecânicas e resistência à fadiga, por exemplo) não serão contemplados nessa pesquisa. Ademais, as etapas do processo siderúrgico anteriores à laminação à quente serão desconsideradas por não resultarem na produção de uma bobina de aço e por terem pouca similaridade com os processos de interesse desse trabalho.

O passo inicial para a realização da pesquisa é a definição dos critérios de busca a serem aplicados aos mecanismos selecionados. Para incluir a indústria siderúrgica a primeira palavra da pesquisa é “*steel*”, seguida de “*strip*” ou “*coil*”, todas pesquisadas em qualquer campo do documento. Essas últimas duas palavras permitirão filtrar artigos que envolvam somente bobinas ou chapas de aço plano, conforme definido no objetivo dessa revisão literária.

Outras duas palavras de grande importância para uma melhor filtragem dos documentos é “*mill*” (mas excluindo a palavra “*milling*” para remover artigos relacionados com ferramental de aço) e “*line*”, a serem buscadas somente nos campos principais dos

documentos: título (T), resumo (R) e palavras-chave (PC). O uso dessas duas palavras com um conector do tipo “OU” permitirá a seleção de artigos que estejam diretamente envolvidos com o processo produtivo de interesse.

A busca seguindo os critérios indicados até aqui deve retornar um número muito significativo de artigos por abrangerem toda a siderurgia relacionada com a produção de bobinas e chapas de aços planos. O próximo passo, então, deve ser extrair desses resultados somente aqueles que tenham algum envolvimento com a CN. Para isso serão usados termos comuns a área. Como não estamos restringindo a busca a técnicas específicas da CN, será usando uma conexão do tipo “OU” entre essas palavras, que deverão ser buscadas no título, resumo e palavras-chave para assegurar que a CN tem papel relevante no trabalho publicado: “*artificial intelligence*”, “*swarm*”, “*neural network*”, “*genetic*”, “*evolutionary*”, “*machine learning*”, “*deep learning*”, “ANN”, “ML” e “DL”.

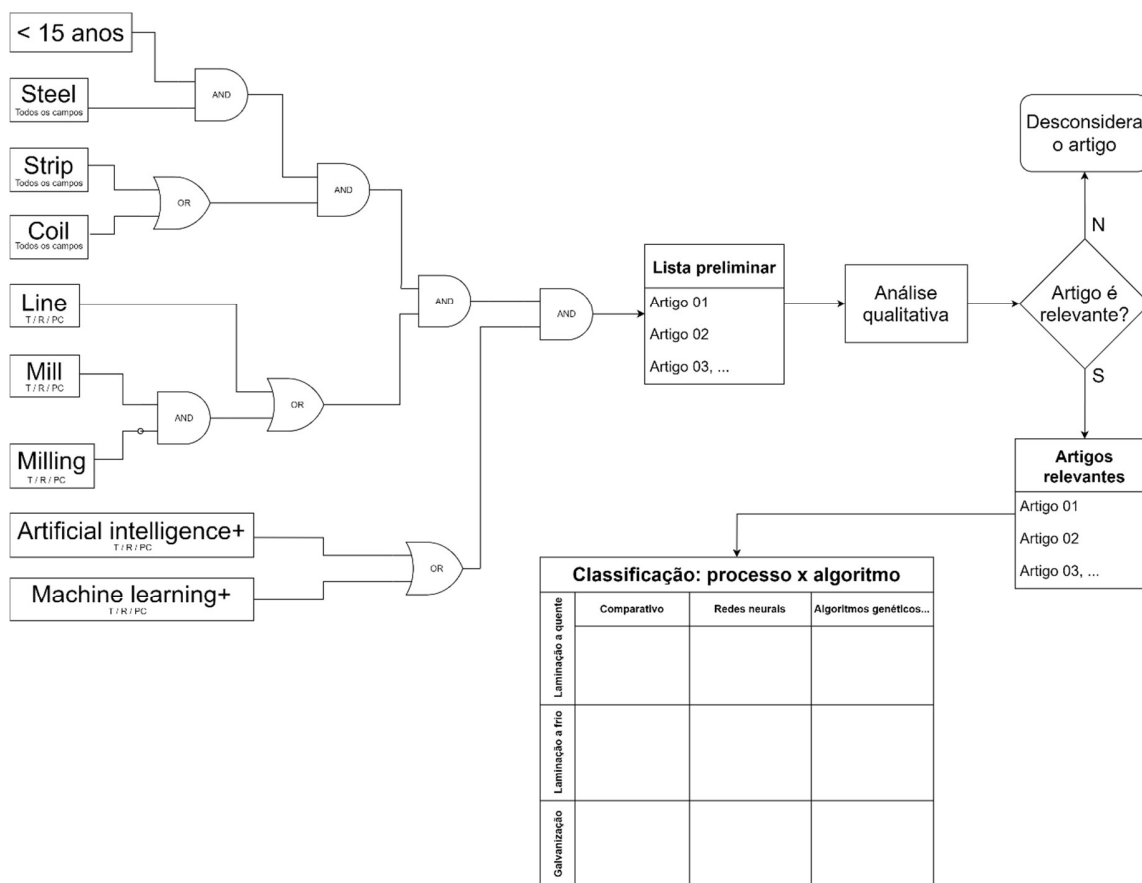


Figura 1: Fluxograma resumando o protocolo da pesquisa sistemática.

Com o objetivo de avaliarmos o estado da arte da aplicação de CN na produção de bobinas de aços planos é necessário haver, também, um filtro por data de publicação, o que permitirá foco nos trabalhos mais recentes. Por esse motivo, artigos com mais de 15 anos de publicação foram removidos dos resultados.

Todos os documentos encontrados com a aplicação desse protocolo nos três MBAs selecionados para a realização dessa pesquisa sistemática apresentam elevado potencial para serem relevantes para o estabelecimento do estado-da-arte da aplicação de CN na siderurgia. Porém, para assegurar a relevância desses documentos, será necessário ainda fazer uma avaliação qualitativa dos títulos e resumos de cada um deles. Os artigos aprovados por essa análise serão incluídos na lista de documentos relevantes para avaliação mais detalhada a posteriori. Adicionalmente, esse processo de seleção apurada permitirá também uma classificação dos artigos de acordo com o processo siderúrgico em que foi aplicado: laminação a quente, laminação a frio, galvanização ou laminação de encruamento. Artigos que não se apliquem a esses processos deverão ser também removidos da lista final dos relevantes a essa revisão literária por não atenderem aos objetivos definidos.

Classificar os artigos em termos da abordagem adotada para a solução do problema também será de grande valia. Entretanto espera-se que alguns artigos façam um comparativo entre as diferentes técnicas de CN, o que impede que sejam classificados em uma abordagem ou outra. Esses artigos deverão, então, ser classificados como “Comparativos” para permitir maior foco na leitura desses documentos, já que se espera que esses tenham adotados critérios que permitiram avaliar o desempenho de cada técnica.

3. Resultados preliminares

Os protocolos definidos nesse trabalho para a identificação de artigos de interesse potencial retornaram 46 documentos no MAB *Web of Science*. Já no *Xplore*, foram encontrados 82 documentos que atendessem aos critérios definidos nesse protocolo enquanto o *Scopus* retornou 554 resultados, resultando num total de 682 documentos que deverão ser avaliados qualitativamente para verificar se atendem ou não aos objetivos dessa pesquisa sistemática.

4. Conclusão

O elevado número de documentos encontrados mostra a importância que a indústria siderúrgica vem dando à Computação Natural nos últimos 15 anos.

Fica evidente ainda que pesquisas sistemáticas são ferramentas poderosas quando o objetivo é estabelecer o estado-da-arte em determinado contexto. Entretanto uma avaliação qualitativa deve ser realizada considerando-se, pelo menos, o título, palavras-chave e resumo de cada documento para assegurar sua relevância em relação ao assunto de interesse, nesse caso a produção de bobinas de aço plano. Durante a execução dessa análise qualitativa, é provável que sejam identificados novos critérios que permitam reduzir o número de documentos encontrados, facilitando a sua realização, desde que sem impactar na qualidade da pesquisa bibliográfica sistemática.

Referências

Z. Hu, Z. Wei, H. Sun, J. Yang, e L. Wei, “*Optimization of Metal Rolling Control Using Soft Computing Approaches: A Review*”, Arch Computat Methods Eng, nov. 2019, doi: 10.1007/s11831-019-09380-6.

W. L. Roberts, *“Cold rolling of steel”*. New York: M. Dekker, 1978.

John G. Lenard, *“Primer on Flat Rolling”*, Elsevier Ltd., 2014, Second Edition.

A. Mosavi, M. Salimi, S. Faizollahzadeh Ardabili, T. Rabczuk, S. Shamshirband, e A. R. Varkonyi-Koczy, *“State of the Art of Machine Learning Models in Energy Systems, a Systematic Review”*, Energies, vol. 12, n° 7, Art. n° 7, jan. 2019, doi: 10.3390/en12071301.