

DOI: 10.5748/20CONTECSI/PSE/SOC/7299

eLocator: e207299

**USO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL APLICADA AOS OBJETIVOS DE
DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL: UMA VISÃO GERAL**

Robson Fernando Duda – <https://orcid.org/0000-0003-2013-4746>

Universidade Federal De Santa Catarina

Fernando Alvaro Ostuni Gauthier – <https://orcid.org/0000-0002-1648-7613>

Universidade Federal De Santa Catarina

USE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE APPLIED TO SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS: AN OVERVIEW

ABSTRACT

The Sustainable Development Goals (SDGs) were created in 2015 by the United Nations, as a set of necessary measures to guarantee the planet's sustainable development. The set, made up of 17 goals to be achieved by 2030, encompasses government actions based on targets and indicators. The initiatives to achieve the objectives generate large amounts of qualitative and quantitative data, being qualitative data related to documents referring to studies, projects and initiatives prepared by governments and organizations in the process of implementing SDG policies. Using the integrative review as a research method, this study aims to investigate the Artificial Intelligence methods and techniques used in the analysis of these data, with an emphasis on its acquisition and processing, besides of highlighting which areas make use of these applications. The study shows that the variety of Machine Learning techniques is large, and part of the studies are concerned with the application of algorithms that present better performance, leading to the replacement of classical methods such as Support Vector Machine (SVM) and Naive Bayes, by Deep Learning techniques and use of pre-trained models for Natural Language Processing, such as BERT. Health, education and government are among the main researched areas related to the referred topic.

Keywords: Sustainable Development Goals, Machine learning, Natural language processing

USO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL APLICADA AOS OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL: UMA VISÃO GERAL

RESUMO

Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) foram criados em 2015 pela Organização das Nações Unidas, e representam um conjunto de medidas necessárias para garantir o desenvolvimento sustentável do planeta. O conjunto, composto por 17 objetivos a serem alcançados até 2030, engloba ações governamentais baseadas em metas e indicadores. As iniciativas para alcançar os objetivos geram grandes quantidades de dados qualitativos e quantitativos, sendo os dados qualitativos relacionados aos documentos referentes a estudos, projetos e iniciativas elaboradas por governos e organizações no processo de implementação das políticas dos ODS. Utilizando a revisão integrativa como método de pesquisa, este estudo tem como objetivo investigar quais são os métodos e técnicas da Inteligência Artificial utilizadas na análise destes dados, com ênfase na sua aquisição e processamento, além de ressaltar quais áreas fazem uso dessas aplicações. O estudo mostra que a variedade de técnicas de Aprendizado de Máquina é grande, sendo que parte dos estudos preocupa-se com a aplicação de algoritmos que apresentam melhor desempenho, levando a substituição de métodos clássicos como Support Vector Machine (SVM) e Naive Bayes, por técnicas de Deep Learning e uso de modelos pré-treinados para Processamento de Linguagem Natural, como o BERT. Áreas como a saúde, educação e governo figuram entre as principais pesquisas relacionadas ao tema.

Palavras-chave: Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, Aprendizado de Máquina, Processamento de Linguagem Natural

1. INTRODUÇÃO

Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) são um apelo global à ação para acabar com a pobreza, proteger o meio ambiente e o clima e garantir que as pessoas, em todos os lugares, possam desfrutar de paz e de prosperidade de (ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS, 2023a). Surgiram diante da preocupação global em relação às medidas necessárias para garantir o desenvolvimento sustentável do planeta.

Para entender melhor seu contexto, devemos voltar no tempo e compreender sua origem a partir da evolução dos Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (ODM). Os ODM foram propostos no ano 2000 pela Assembleia Geral das Nações Unidas, junto aos 191 países signatários, como um guia para reduzir a pobreza extrema até o ano de 2015 (ODM Brasil, 2023). Estabelecidos com as metas do milênio, eram compostos por 8 objetivos. Os oito ODM abrangiam ações específicas de combate à fome e à pobreza, associadas à implementação de políticas de saúde, saneamento, educação, habitação, promoção da igualdade de gênero e meio ambiente, além de medidas para o estabelecimento de uma parceria global para o desenvolvimento sustentável (Roma, 2019).

Utilizados no período de 2000 a 2015, as ODM tiveram uma ampliação de seu escopo, devido a emergência de novos desafios dando origem às ODS, que foram adotadas juntamente com a Agenda 2030 (Kronemberger, 2019). Com isso, os objetivos passaram de 8 para 17 para atender melhor a complexidade dos objetivos anteriores. A Figura 1 apresenta a comparação entre a composição dos objetivos de ambos.

Figura 1 - Os objetivos das ODM e ODS



Fonte: Adaptado de ODM Brasil (2023) e ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (2023)

Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável é um plano de ação para as pessoas, para o planeta e para a prosperidade (ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS, 2023b), tendo sido firmado um acordo de implementação pelos 193 países que integram a Organização das Nações Unidas.

No Brasil, o primeiro passo para o cumprimento das metas estabelecidas na Agenda 2030 foi a criação da Comissão Nacional para os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável, com a finalidade de internalizar, difundir e dar transparência ao processo de implementação da Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável da Organização das Nações Unidas, subscrita pela República Federativa do Brasil (BRASIL, 2016), tendo sido revogada em 2023. Com a revogação, houve o incremento da sua finalidade e também dos Ministérios que a compõem (BRASIL, 2023).

A área jurídica, conhecida pelo grande volume de dados textuais provenientes de processos jurídicos, é outro exemplo de aplicação da PLN envolvendo as ODS. Motivado pela implantação da Agenda 2020, o Supremo Tribunal Federal (STF), desenvolveu a ferramenta

Redes Artificiais Focadas na Agenda 2030 (RAFA 2030). RAFA 2030 é uma ferramenta tecnológica que utiliza inteligência artificial aliada a outros recursos de automação criada para sugerir a correlação de objetivos de desenvolvimento sustentável (ODS) para apoiar a classificação de processos de acordo com os objetivos e metas da Agenda 2030 da Organização das Nações Unidas (STF, 2023). Segundo Fux et al. (2022), a ferramenta surgiu com o objetivo de ajudar os servidores a classificar melhor os processos e os resultados iniciais sugerem um imenso potencial para aplicações de NLP e aprendizagem de máquina na classificação de documentos jurídicos em temas da Agenda 2030.

Diante deste cenário, este estudo tem como objetivo investigar quais são os métodos e técnicas da Inteligência Artificial utilizadas na análise de bases de dados relacionadas aos ODS, com ênfase na aquisição e processamento de dados textuais, e também destacar quais áreas fazem uso dessas aplicações, a partir dos resultados apresentados na literatura. Para responder essa questão, as próximas seções apresentam os procedimentos metodológicos, resultados e discussões sobre estas questões, finalizando com as conclusões sobre a questão central de pesquisa.

2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O método de pesquisa utilizado neste estudo foi a revisão integrativa, pois, segundo Torracco (2005) este método revisa, crítica e sintetiza a literatura representativa sobre um tema de forma integrada, permitindo a imersão de novos enquadramentos e perspectivas sobre o tema estudado.

A revisão realizada neste trabalho é baseada em Souza, Silva e Carvalho (2010), que propuseram um método dividido em 6 etapas, destacando os aspectos relevantes a serem considerados para a utilização desse recurso metodológico. As etapas definidas pelas autoras são: elaboração da pergunta norteadora, busca ou amostragem na literatura, coleta de dados, análise crítica dos estudos incluídos, discussão dos resultados e apresentação da revisão integrativa.

A Etapa 1 é a gênese desta pesquisa e busca identificar quais os métodos e técnicas da Inteligência Artificial são utilizados nas bases de dados textuais sobre ODS e quais as principais áreas de atuação.

Na sequência, as etapas 2 e 3 envolveram a definição das bases de dados para busca, critérios de busca e criação da base de estudos para análise. As bases de dados selecionadas para a coleta de dados foram: Scopus, Web of Science e IEEE Xplore, devido a sua relevância acadêmica e quantidade de periódicos indexados.

As fontes de dados utilizadas para a pesquisa bibliográfica, bem como os recortes regionais e temporais relacionados aos dados. Além disso, também foram definidos os critérios de inclusão e exclusão. Partindo da questão de pesquisa proposta, os termos Sustainable Development Goals (SDG) e Natural Language Processing (NLP) foram os norteadores da construção da *string* de busca utilizada nos portais selecionados. Eles originaram a seguinte string: ("Sustainable Development Goals" AND "machine learning" AND "Classification") OR ("Sustainable Development Goals" AND "NLP") OR ("ODS" AND "PLN") OR ("Objetivos de Desenvolvimento Sustentável" AND "Aprendizado de Máquina"). No Quadro 1 são apresentados os totais resultantes desta busca, com as adaptações feitas em cada plataforma de acordo com as peculiaridades na montagem da string em cada uma delas.

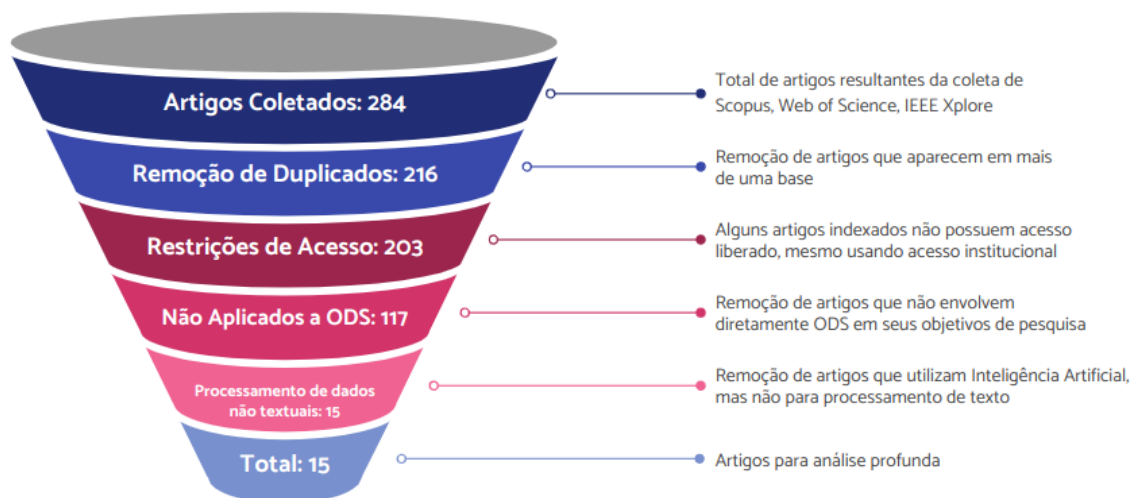
Quadro 1 - Resultado das Buscas

Base	String de Busca	Documentos
Scopus	TITLE-ABS-KEY (("Sustainable Development Goals" AND "machine learning" AND "Classification") OR ("Sustainable Development Goals" AND "NLP") OR (("ODS" AND "PLN") OR ("Objetivos de Desenvolvimento Sustentável" AND "Aprendizado de Máquina")))	129
Web of Science	TS=(((("Sustainable Development Goals" AND "machine learning" AND "Classification") OR ("Sustainable Development Goals" AND "NLP")) OR ((“ODS” AND “PLN”) OR (“Objetivos de Desenvolvimento Sustentável” AND “Aprendizado de Máquina”))	80
IEEE Xplore	((("Sustainable Development Goals" AND "machine learning" AND "Classification") OR ("Sustainable Development Goals" AND "NLP")) OR ((“ODS” AND “PLN”) OR (“Objetivos de Desenvolvimento Sustentável” AND “Aprendizado de Máquina”))"Document Title":"Abstract":	75
TOTAL		284

Fonte: Dados da pesquisa

Todos os trabalhos tiveram seu título e resumo avaliados para a verificação do enquadramento não só aos critérios de busca, mas também aos objetivos deste trabalho. Após a leitura, foram aplicados critérios de exclusão baseados na pertinência dos trabalhos em relação ao problema proposto. Os trabalhos foram filtrados de acordo com o processo descrito na Figura 2.

Figura 2 - Etapas do Processo de Seleção de Artigos



Fonte: Dados da Pesquisa

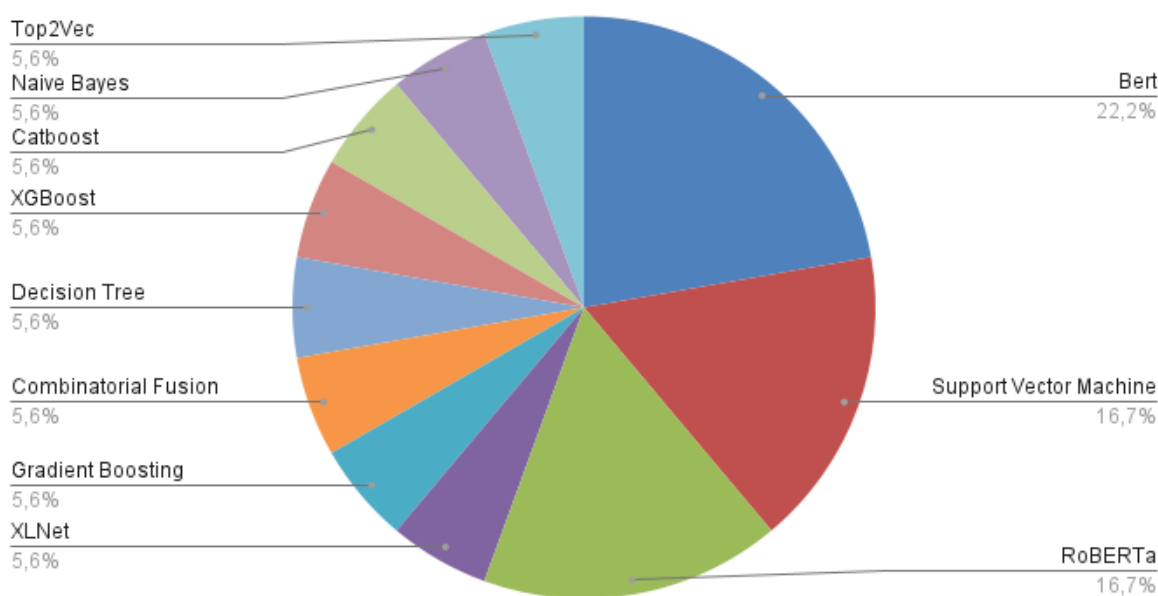
Como a pesquisa pelas *strings* de busca definidos para este trabalho envolveram diferentes bases de dados, a duplicação de trabalhos é comum, sendo esses removidos do conjunto analisado. Também foram removidos aqueles que não possuíam acesso liberado ao seu conteúdo, impedindo a análise mais detalhada do trabalho. Quanto ao conteúdo, foram descartados artigos que não citam diretamente os ODS em seus objetivos de estudos. Trabalhos que utilizam algoritmos de Inteligência Artificial, mas que fazem uso de dados quantitativos foram desconsiderados, sendo um dos critérios de exclusão aplicados no conjunto de dados coletados na literatura. Além disso, trabalhos que utilizam o termo Classification, mesmo que relacionado à Inteligência Artificial, mas não tratam especificamente de dados textuais, foram desconsiderados.

Deste processo de triagem, resultaram 15 trabalhos que tiveram uma análise mais profunda em seus métodos, dados e principalmente resultados, buscando não só realizar o levantamento das técnicas utilizadas, mas também investigar a qual área os estudos estavam relacionados.

3. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A análise dos trabalhos selecionados após o processo de aplicação do critério de exclusão buscou responder às duas perguntas principais relacionadas aos objetivos deste estudo. Quanto aos métodos e técnicas, a Figura 3 representa o quantitativo percentual de cada um deles, sendo ela a base para a discussão sobre seus usos e aplicações.

Figura 3 - Resumo quantitativo de métodos utilizados



Fonte: Dados da Pesquisa

Os métodos relacionados à classificação de texto, resultantes da busca realizada neste estudo, visam classificar documentos de acordo com a ODS relacionada. Porém, Sciandra, Surian e Finos (2021) propuseram uma abordagem diferente. Utilizando Gradient Boosting e dados coletados do Twitter, realizaram a classificação de acordo com a intenção que o documento transmitia. Os documentos foram classificados em Informação, quando traziam

textos informativos, ou Ação, quando relataram sobre ações sobre as questões relacionadas a ODS.

As estatísticas de utilização dos métodos mostram que BERT, RoBERTa e Support Vector Machine aparecem em um maior número de trabalhos. Entre eles, considerando a evolução temporal, temos o SVM como uma técnica mais antiga, mas ainda assim amplamente utilizada, sendo que alguns estudos aparecem em comparações que demonstram que a utilização do uso de Transformers pode ser mais adequada (Angin et al., 2022).

Em relação ao estado da arte, pode-se agrupar os métodos BERT, RoBERTa e XLNet, pois ambos são Transformers com variações em suas arquiteturas.

BERT (Bidirectional Encoder Representations from Transformers) é um modelo de Processamento de Linguagem Natural (PNL) de última geração desenvolvido por pesquisadores do Google. Ao contrário dos modelos recentes de representação de linguagem, o BERT é projetado para pré-treinar representações bidirecionais profundas de texto não rotulado, condicionando conjuntamente o contexto esquerdo e direito em todas as camadas (Devlin et al., 2019).

Partindo da premissa que o BERT foi sub-treinado, surgiu o Robustly Optimized BERT Pretraining Approach (RoBERTa). O pré-treinamento deste modelo de linguagem levou a ganhos significativos de desempenho, mostrando como a escolha de hiperparâmetros tem um impacto significativo nos resultados finais (Liu et al. 2019)

O XLNet (Yang, 2019) é um método de pré-treinamento auto-regressivo generalizado que permite o aprendizado de contextos bidirecionais e supera limitações do BERT graças a sua generalização auto-regressiva.

Adoma, Henry e Chen (2020) fizeram a comparação dos modelos BERT, RoBERTa e XLNet evidenciando a sua relevância, com o objetivo de mensurar a eficiência dos métodos. No estudo, que foi conduzido utilizando dados do International Survey on Emotion Antecedents and Reactions (ISEAR), o método RoBERTa apresentou melhores resultados. Diante do expressivo número de trabalhos que utilizam esses métodos, nota-se uma tendência que acompanha a evolução desses modelos em busca de melhores resultados.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo fornece um panorama geral dos métodos utilizados em estudos que envolvem ODS, Inteligência Artificial e Processamento de Linguagem Natural. Destaca-se sua contribuição não só no levantamento desses métodos, mas também na caracterização dos mesmos e análise do estado atual da arte para justificar o seu uso.

Quanto às áreas de uso dos métodos e técnicas, nota-se que apesar da diversidade, ambas convergem em relação aos objetivos, sendo aplicações específicas como saúde e educação, especializações de contextos gerais. Lembrando que quanto mais específica é a área, maior é a dificuldade em obter dados para treinamento e teste dos modelos desenvolvidos.

É importante ressaltar a subjetividade do processo realizado neste trabalho. Apesar da preocupação na determinação de um *string* de busca que represente os objetivos desejados no trabalho, ele acaba sendo influenciado pela vivência e expectativas do pesquisador. Além disso, a análise de títulos, resumos e textos completos, apesar de seguir o protocolo especificado na seção de metodologia, também pode receber essa influência.

Como estudos futuros, considerando os resultados obtidos neste estudo, sugere-se a investigação aprofundada dos métodos de Transformers, visto que além da crescente utilização, também apresentam resultados mais eficientes que os demais métodos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Angin, M.; Taşdemir, B.; Yılmaz, C.A.; Demiralp, G.; Atay, M.; Angin, P.; Dikmener, G. A RoBERTa Approach for Automated Processing of Sustainability Reports. *Sustainability* 2022, 14, 16139. <https://doi.org/10.3390/su142316139>

Adoma, A. F., Henry, N.-M., & Chen, W. (2020). Comparative analyses of Bert, Roberta, Distilbert, and xlnet for text-based emotion recognition. *2020 17th International Computer Conference on Wavelet Active Media Technology and Information Processing (ICCWAMTIP)*. <https://doi.org/10.1109/iccwamtip51612.2020.9317379>

BRASIL. Decreto nº 8892 de 27 de outubro de 2016. Cria a Comissão Nacional para os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 2016.

BRASIL. Decreto nº 11704 de 14 de setembro de 2023. Institui a Comissão Nacional para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 2023.

Devlin, J., Chang, M., Lee, K., & Toutanova, K. (2019). BERT: Pre-training of Deep Bidirectional Transformers for Language Understanding. North American Chapter of the Association for Computational Linguistics.

Fux, L., Felipe de Oliveira Santos, P., Carlos Dourado Braga, A., Sada Dias Edokawa, P., & Luz Sisson de Castro, J. (2022). Classificação de processos judiciais segundo Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da Agenda ONU 2030. *Revista Da CGU*, 14(26). <https://doi.org/10.36428/revistadacgu.v14i26.548>

Kronemberger, Denise Maria Penna. (2019). Os desafios da construção dos indicadores ODS globais. *Ciência e Cultura*, 71(1), 40-45. <https://dx.doi.org/10.21800/2317-66602019000100012>

Liu, Y., Myle Ott, Naman Goyal, Jingfei Du, Mandar Joshi, Danqi Chen, Omer Levy, Mike Lewis, Luke Zettlemoyer, and Veselin Stoyanov. Roberta: A robustly optimized bert pretraining approach. arXiv preprint arXiv:1907.11692, 2019

ODM Brasil. Os Objetivos de Desenvolvimento do Milênio. Disponível em: <http://www.odmbrasil.gov.br/os-objetivos-de-desenvolvimento-do-milenio>. Acesso em 21/11/2023.

Organização das Nações Unidas. Objetivos do Desenvolvimento Sustentável, 2023. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>. Acesso em: 21/11/2023.

Organização das Nações Unidas. Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável, 2023. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/91863-agenda-2030-para-o-desenvolvimento-sustent%C3%A1vel>. Acesso em: 21/11/2023.

Roma, J. C. (2019). Os objetivos de desenvolvimento do milênio e sua transição para os objetivos de desenvolvimento sustentável. *Ciência e Cultura*, 71(1), 33-39.
<https://dx.doi.org/10.21800/2317-66602019000100011>

Sciandra, A., Surian, A. & Finos, L. Supervised Machine Learning Methods to Disclose Action and Information in “U.N. 2030 Agenda” Social Media Data. *Soc Indic Res* 156, 689–699 (2021). <https://doi.org/10.1007/s11205-020-02523-4>

Souza, M. T. , Silva, M. D. , & Carvalho, R. (2010). Revisão integrativa: o que é e como fazer. *einstein* (São Paulo), 8(1), 102-106. <https://doi.org/10.1590/s1679-45082010rw1134>

STF. Agenda 2030. Disponível em: <<https://portal.stf.jus.br/hotsites/agenda-2030>>. Acesso em: 22 agosto de 2023.

Torraco, R. J. (2005). Writing integrative literature reviews: Guidelines and examples. *Human Resource Development Review*, 4(3), 356–367. <https://doi.org/10.1177/1534484305278283>

Yang, Z., Dai, Z., Yang, Y., Carbonell, J., Salakhutdinov, R., V Le, Q. (2019). Xlnet: Generalized autoregressive pretraining for language understanding. arXiv preprint arXiv:1906.08237