REVISTA

SOLUÇÕES PARA O DESENVOLVIMENTO DO PAÍS

Atendimento:
sodebras@sodebras.com.br
Acesso:
http://www.sodebras.com.br

VOLUME 16 - N° 184 - ABRIL/ 2021
ISSN - 1809-3957

ARTIGOS PUBLICADOS

PUBLICAÇÃO MENSAL
Nesta edição

APLICAÇÃO DA LÓGICA FUZZY NO DESENVOLVIMENTO DO MORANGO NO OESTE DO PARANÁ

APPLICATION OF FUZZY LOGIC IN STRAWBERRY DEVELOPMENT IN WESTERN PARANÁ – Fernando De Lima Caneppele; Emmanuel Zullo Godinho; Luis Fernando Soares Zuin; Luís Roberto Almeida Gabriel Filho 06

ALGORITMOS DE CAMINHO MÍNIMO APLICADOS À UMA REDE SDN PARA PRIORIZAR VEÍCULOS DE RESGATE

MINIMUM PATH ALGORITHMS APPLIED TO AN SDN NETWORK TO PRIORITIZE RESCUE VEHICLES – Thiago Ramalho De Carvalho; Dionisio Machado Leite Filho 11

ANALYSIS AND EVALUATION OF THE BUSINESS OPPORTUNITIES OF THE BRAZILIAN CONSTRUCTION AND DEMOLITION WASTE SECTOR, BASED ON THE CITY OF ARARAQUARA

ANÁLISE E AVALIAÇÃO DAS OPORTUNIDADES DE NEGÓCIOS DO SETOR BRASILEIRO DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO, BASEADO NA CIDADE DE ARARAQUARA – Larissa Picionieri Bernal; Antonio De Paulo Peruzzi 16

BATERIAS AUTOMOTIVAS: TECNOLOGIAS E CENÁRIO ECONÔMICO

AUTOMOTIVE BATTERIES: TECHNOLOGIES AND ECONOMIC SCENARIO – Adrianus De Queiroz Ferreira; Thais Santos Castro 21

A URBANIDADE DA HIGIENE OCUPACIONAL NA ERA DIGITAL E O NEGACIONISMO SOCIAL DA ANTECIPAÇÃO E PREVENÇÃO

THE URBANITY OF OCCUPATIONAL HYGIENE IN THE DIGITAL AGE AND THE SOCIAL NEGATIONISM OF THE ANTICIPATION AND PREVENTION – Diego José Rodrigues Marques; Jean Carlos Lourenço Costa; Roque Antônio De Moura; Messias Borges Silva 29

Sodebras

Vol. 16 – N° 184 – ABRIL/ 2021

EDITORIAL

A ciência está presente em diversos aspectos da vida humana. Como pensamento crítico, a proposta de investigação filosófica dos antigos gregos se estruturou na antiguidade e hoje embasa a abordagem de pesquisadores das mais diversificadas áreas do saber. Cabe ressaltar que por volta do século VII a.C., Tales de Mileto já postulava que para um correto entendimento do funcionamento do Universo é necessária uma análise técnica e crítica.

Compreendendo a importância da ciência, a SODEBRAS – Soluções para o desenvolvimento do país publica artigos científicos das mais diferentes áreas do conhecimento. Devido seu caráter interdisciplinar e a qualidade de seu corpo editorial, a Revista tem sido utilizada, por pesquisadores do Brasil e do mundo, para publicar estudos de alta relevância para o desenvolvimento técnico-científico da sociedade humana. Além disso, a SODEBRAS conta com o apoio da UNALAR, editora que está no mercado há mais de duas décadas; e também do ITANACIONAL, instituto de ensino e pesquisa localizado em Cisneiros - MG.

Cabe expor que em tempo de Pandemia do novo coronavírus, as divulgações científicas tem se consolidado como um importante e confiável canal de informação e ampliação do saber. Para contribuir com uma dinâmica ainda maior, no que diz respeito à circulação e a produção do conhecimento, a SODEBRAS adota uma periodização mensal. Sabe-se que em um mundo de rápidas mudanças e de constantes transformações a ciência precisa estar na vanguarda da propagação de informações.

Dessa maneira, a edição 184 de abril de 2021 traz cinco artigos, com temáticas multidisciplinares e perspectivas diferenciadas.

No primeiro artigo desta edição os autores Larissa Picionieri Bernal & Antonio de Paulo Peruzzi, discutem as possibilidade de se trabalhar com resíduos de construção e demolição. Esse assunto é importante para os estudos ligados ao campo da sustentabilidade, e o ensaio intitulado “ANALYSIS AND EVALUATION OF THE BUSINESS OPPORTUNITIES OF THE BRAZILIAN CONSTRUCTION AND DEMOLITION WASTE SECTOR: BASED ON THE CITY OF ARARAQUARA”, possui um elevado potencial, e pode contribuir com o campo científico de maneira significativa. Ressalta-se que esse estudo foi redigido em inglês.

Em “BATERIAS AUTOMOTIVAS: TECNOLOGIAS E CENÁRIO ECONÔMICO” os pesquisadores Adrianus de Queiroz Ferreira & Thais Santos Castro apresentam um estudo de relevante importância, uma vez que há uma crescente necessidade acerca da discussão sobre o desenvolvimento de novas matrizes energéticas.

No trabalho intitulado “A URBANIDADE DA HIGIENE OCUPACIONAL NA ERA DIGITAL E O NEGACIONISMO SOCIAL DA ANTECIPAÇÃO E

PREVENÇÃO", os autores Diego José Rodrigues Marques, Jean Carlos Lourenço Costa, Roque Antônio de Moura & Messias Borges Silva, tratam sobre a antecipação e prevenção de riscos.

O estudo "APLICAÇÃO DA LÓGICA FUZZY NO DESENVOLVIMENTO DO MORANGO NO OESTE DO PARANÁ", de autoria de Fernando de Lima Caneppele, Emmanuel Zullo Godinho, Luis Fernando Soares Zuin & Luís Roberto Almeida Gabriel Filho, discorre sobre um assunto de suma importância para o desenvolvimento econômico do país: a agricultura.

Já os pesquisadores Thiago Ramalho de Carvalho & Dionisio Machado Leite Filho, contribuíram com o estudo sobre "ALGORITMOS DE CAMINHO MÍNIMO APLICADOS À UMA REDE SDN PARA PRIORIZAR VEÍCULOS DE RESGATE". Essa pesquisa pretende demonstrar que a tecnologia pode auxiliar para a melhoria da mobilidade urbana e agilizar sistemas de resgates.

Boa leitura
Prof. Dr. Paulo Jonas dos Santos Júnior
Editor Adjunto – Revista SODEBRAS

VOLUME 16 - N° 184 - ABRIL/ 2021
ISSN - 1809-3957

Área: Ciências Agrárias e Biológicas

5-1	**APLICAÇÃO DA LÓGICA FUZZY NO DESENVOLVIMENTO DO MORANGO NO OESTE DO PARANÁ** **APPLICATION OF FUZZY LOGIC IN STRAWBERRY DEVELOPMENT IN WESTERN PARANÁ** Fernando De Lima Caneppele; Emmanuel Zullo Godinho; Luis Fernando Soares Zuin; Luís Roberto Almeida Gabriel Filho

DOI: https://doi.org/10.29367/issn.1809-3957.16.2021.184.06

Revista SODEBRAS – Volume 16
N° 184 – ABRIL/ 2021

APLICAÇÃO DA LÓGICA FUZZY NO DESENVOLVIMENTO DO MORANGO NO OESTE DO PARANÁ

APPLICATION OF FUZZY LOGIC IN STRAWBERRY DEVELOPMENT IN WESTERN PARANÁ

FERNANDO DE LIMA CANEPPELE[1]; EMMANUEL ZULLO GODINHO[2]; LUIS FERNANDO SOARES ZUIN[1]; LUÍS ROBERTO ALMEIDA GABRIEL FILHO[3]
1 – FZEA/USP, CAMPUS DE PIRASSUNUNGA; 2 – UNESP/FCA, CAMPUS DE BOTUCATU; 3 – UNESP/FCE, CAMPUS DE TUPÃ
caneppele@usp.br;emmanuel.godinho@unesp.br;lfzuin@usp.br;gabriel.filho@unesp.br

Resumo – O morango apresenta grande importância na econômica brasileira, tanto na questão alimentar como econômica. Por ser um alimento comestível direto da lavoura, o uso de produtos provindos de plantas tende a ter maior destaque. Para saber qual a melhor dosagem de um produto em uma cultura, o produtor deve ter em mente que quanto mais próximo do ideal maior a produção. Por isso, o objetivo geral deste trabalho foi apresentar um modelo, baseado em indicadores da lógica fuzzy, para otimizar as dosagens de biofertilizantes na cultura do morango. A lógica difusa tende a aceitar valores infinitos, lógicos e intermediários entre falso e verdadeiro. Para a entrada deste sistema foi utilizado as variáveis dos biofertilizantes calda de borra de café e extrato de couve/cenoura/beterraba e para saída o diâmetro de planta em (g/m²). Observando que o melhor resultado após otimização das regras de entrada, pode-se constatar que para a aplicação de borra de café e extrato de couve/cenoura/beterraba, as melhores dosagens foram de 40 a 100 e 200 a 250 g/m², respectivamente. Com esta aplicação de regras difusas com dados reais e de fácil entendimento, pode-se trazer benefícios aos envolvidos na cadeia produtiva do morango, podendo assim reduzir dosagens de produtos e melhorando sua rentabilidade final.

Palavras-chave: Sustentabilidade. Biofertilizante. Aplicação Lógica Nebulosa.

Abstract - Strawberry is of great importance in the Brazilian economy, both in the food and economic issues. Because it is an edible food directly from the crop, the use of products from plants tends to be more prominent. To know the best dosage of a product in a crop, the producer should keep in mind that the closer the ideal the higher the production. Therefore, the general objective of this work was to present a model, based on fuzzy logic indicators, to optimize biofertilizers dosages in strawberry crop. Fuzzy logic tends to accept infinite, logical, and intermediate values between false and true. For the entry of this system, the variables of biofertilizers coffee grounds and cabbage/carrot/beet extract were used to output the plant diameter in (g/m²). Noting that the best result after optimization of the entry rules, it can be observed that for the application of coffee grounds and cabbage/carrot/beet extract, the best dosages were from 40 to 100 and 200 to 250 g/m², respectively. With this application of diffuse rules with real data and easy to understand, it is possible to bring benefits to those involved in the strawberry production chain, thus being able to reduce product dosages and improving its final profitability.

Keywords: Sustainability. Biofertilizer. Nebulous Logic Application.

I. INTRODUÇÃO

O morango é uma fruta apreciada em diversas regiões do mundo, inclusive o Brasil dentro da América Latina é o segundo maior produtor desta cultura (ANTUNES; CARVALHO; SANTOS, 2011). Ela é cultivada no Brasil nas quatro regiões (Sul, Sudeste, Centro-Oeste e Nordeste), esta importância se dá pelo do ponto de vista econômico e social, mesmo assim ainda é uma cultura que possui poucas referencias cientificas (AKAMINE *et al*., 2018).

As principais cultivares de morango utilizadas no Brasil são a Oslo Grande, a Camarosa e a Dover (DIAS *et al*., 2015). A Oslo Grande tem origem francesa, precoce com frutos pesando em média em um bom manejo de 75 com um manejo precoce cerca de 75 g bem coloridos e perfumados (AKAMINE *et al*., 2018).

Entretanto, alguns produtores utilizam diversos cultivares, pois, a produtividade pode variar significativamente em função de diversas condições e manejos principalmente com relação a aplicação de fertilizantes (DE PAULA *et al*., 2011). Dentre os fertilizantes mais utilizados nesta cultura são os chamados biofertilizantes (EBEL; KISSMANN, 2019).

O biofertilizante também é conhecido como um fertilizante orgânico, mais precisamente quando utilizado de plantas (SILVA *et al*., 2011). Uma das principais funções do biofertilizante é promover a ação das atividades fisiológicas e estimular o desenvolvimento das plantas desde a raiz até os frutos (OLIVEIRA, D. S., NÓBREGA, J. S., ROCHA, R. H. C., ARAÚJO, J. L., GUEDES, W. A., LIMA, 2017).

Contudo, para encontrar uma dosagem correta que realmente venha agregar valor econômico em uma produção, as empresas e os produtores fazem testes e mais testes a campo que pode gerar uma demanda de produto e area a trabalhar e, para reduzir e otimizar experimentos esses estão utilizando a logica fuzzy.

(SABRI *et al*., 2014) ressaltam que a lógica fuzzy deveria ser mais aplicada na agricultura, pois é uma ferramenta que possibilita a análise de diversas variáveis.

A lógica fuzzy pode ser chamada também de lógica nebulosa, essa se diferencia de outros sistemas lógicos tradicionais por se basear em uma extensão da lógica de valores, com objetivos e usos diferentes (FARIA, 2019).

Nessa lógica, uma proposição pode ser dar como verdadeira, falsa ou até intermediaria, ainda podendo possuir valores finitos e infinitos (BALACHANDRAN; LAKSHMI; RAJENDRAN, 2020).

A premissa dos modelos matemáticos são as ambiguidades, as abstrações e as ambivalências, ou chamados de fenômenos empíricos e, isto pode ser resolvido com a utilização da lógica fuzzy (BRESSANE *et al*., 2016). Uma das características da lógica fuzzy são as aplicações de dados numéricos e linguísticos, chamados de conhecimentos objetivos e subjetivos, respectivamente (DE MAMANN *et al*., 2020).

Nesta linha de pensamento, a lógica fuzzy utiliza alguns controladores que são pacotes computacionais com diferentes recursos para implementação dos seus componentes facilitando assim o seu manuseio e os mais utilizados são os controladores Mamdani e Sugeno (LEE, 1990).

Assim, o objetivo geral deste trabalho foi apresentar um modelo, baseado em indicadores e na lógica fuzzy, para otimizar as dosagens de biofertilizantes na cultura do morango.

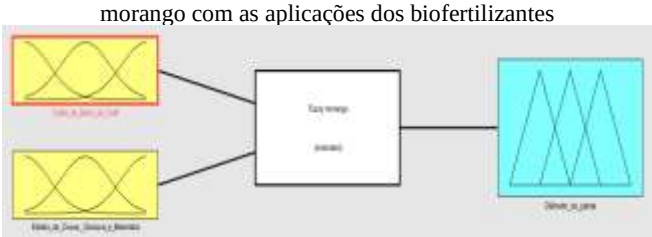
II. METODOLOGIA

O artigo foi baseado em um experimento com aplicações de biofertilizantes caseiros aplicados via foliar aos 25 dias após o transplantio das mudas da cultura do morango de variedade Oslo no Colégio Agrícola Estadual Adroaldo Augusto Colombo. Dados experimentais para modelagem foram descritos por (ANTUNES; CARVALHO; SANTOS, 2011).

Um sistema baseado em regras difusas foi estabelecido para encontrar a melhor dosagem dos biofertilizantes (calda de borra de café e extrato de couve/cenoura/beterraba) como as principais características para uma gestão adequada.

Um processador de entrada (*fuzzifier*), um conjunto de regras linguísticas, um método de inferência difusa e um processador de saída (*defuzzifier*) para a geração de um número real como saída, foram definidos. A Figura 1 ilustra o sistema proposto com base em regras difusas.

Figura 1 - Sistema baseado em regras difusas para o cultivo do morango com as aplicações dos biofertilizantes



Fonte: Autores, 2021.

Foram utilizadas como variáveis de entrada do sistema de regras difusas a calda de borra de café e extrato de couve/cenoura/beterraba, para as melhores condições de cultivo do morango.

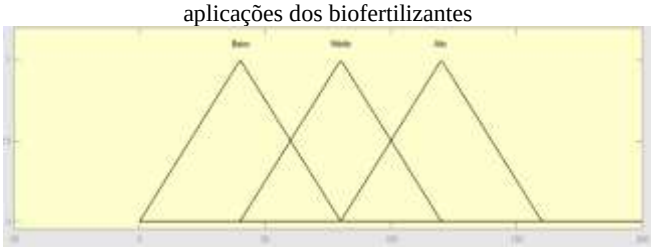
Os graus de adesão para cada variável foram: Baixa; Média e Alta. Grau de adesão para a variável calda de borra de café é dada na Tabela 1 e na Figura 2.

Tabela 1 - Definição de grau de adesão para a variável Calda de borra de café

Conjunto fuzzy	Tipo	Limitador
Baixa	Triangular	[0 50 100]
Média	Triangular	[50 100 150]
Alta	Triangular	[100 150 200]

Fonte: Autores, 2021.

Figura 2 - Grau de Adesão para conjuntos difusos da variável de entrada Calda de borra de café para o cultivo do morango com as aplicações dos biofertilizantes



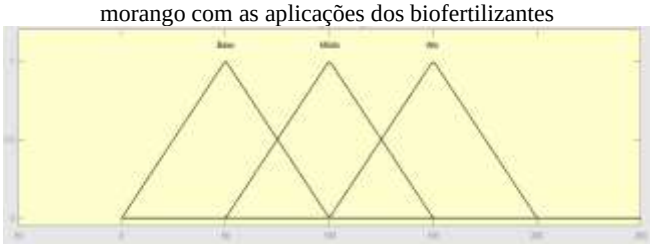
Fonte: Autores, 2021.

A variável Extrato de couve/cenoura/beterraba é dada para o grau de adesão de acordo com a Tabela 2 e na Figura 3.

Tabela 2 – Definição de grau de adesão para a variável Extrato de couve/cenoura/beterraba

Conjunto fuzzy	Tipo	Limitador
Baixa	Triangular	[0 50 100]
Média	Triangular	[50 100 150]
Alta	Triangular	[100 150 200]

Figura 3 - Grau de Adesão para conjuntos difusos da variável de entrada Extrato de couve/cenoura/beterraba para o cultivo do morango com as aplicações dos biofertilizantes



Fonte: Autores, 2021.

A variável de saída do sistema foi chamada de Diâmetro de planta, onde utilizando os valores reais do experimento de campo, assim foi gerado um intervalo de [30 50], que correspondeu de 30 a 50 cm.

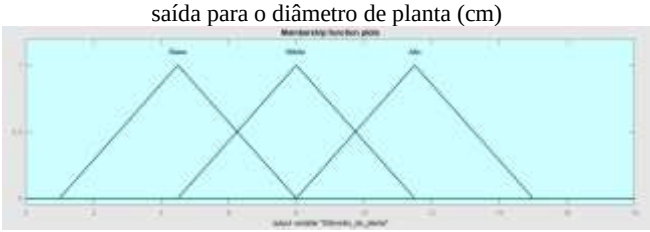
Os graus de adesão da variável foram chamados de Baixa, Médio e Alta, ou seja, baixo diâmetro de planta, médio diâmetro de planta e alto diâmetro de planta, todos em (cm) seguindo a Tabela 3 e a Figura 4.

Tabela 3 – Definição de grau de saída para o Diâmetro de planta (cm)

Conjunto fuzzy	Tipo	Limitador
Baixa	Triangular	[30 35 40]
Média	Triangular	[35 40 45]
Alta	Triangular	[40 45 50]

Fonte: Autores, 2021.

Figura 4 - Grau de Adesão para conjuntos difusos da variável de saída para o diâmetro de planta (cm)



Fonte: Autores, 2021.

Com este modelo aplicado, foram realizadas nove combinações distintas (3 × 3) levadas em consideração entre os conjuntos confusos das duas variáveis de entrada para obter a base de regras do sistema fuzzy. As regras para o

ISSN 1809-3957

sistema difuso foram preparadas de acordo com os resultados obtidos a campo, como apresentado na Tabela 4.

Tabela 4 – Dados de Calda de borra de café e Extrato de couve/cenoura/beterraba para a construção da base de regras dos sistemas fuzzy

CC/ECCB	[30 35 40]	[35 40 45]	[40 45 50]
[30 35 40]	Baixa	Baixa	Média
[35 40 45]	Média	Média	Alta
[40 45 50]	Média	Média	Alta

Dados: CC: Calda de borra e café. ECCB: Extrato de couve/cenoura/beterraba

Para que o sistema fuzzy pudesse ser preparado, os dados foram transformados em linguagem e assim, foram adotadas em Baixa, Média e Alta para ambas as variáveis de entrada, seguindo a Tabela 5.

Tabela 5 – Combinações das variáveis de entrada com escalas para graus de adesão 1 associadas aos conjuntos difusos para a geração de base de regras

CC/ECCB	Baixa	Médio	Alto
Baixa	Baixa	Baixa	Média
Média	Média	Média	Alta
Alto	Média	Média	Alta

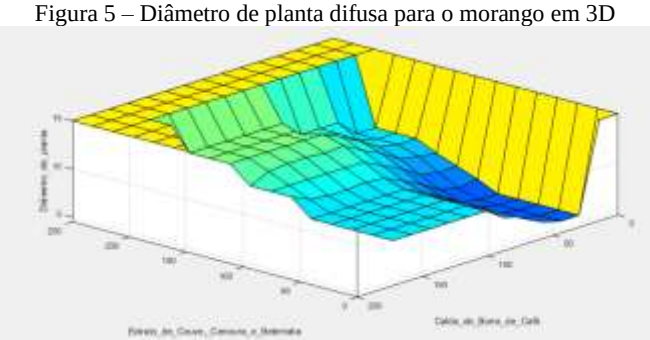
Dados: CC: Calda de borra e café. ECCB: Extrato de couve/cenoura/beterraba

O sistema foi baseado em regras difusas de computador foi estabelecido pela Fuzzy Logic Toolbox de MATLAB® 7.0 (MathWorks Inc. Copyright 1984-2004), acoplado à superfície e do mapa de contorno.

III. RESULTADOS

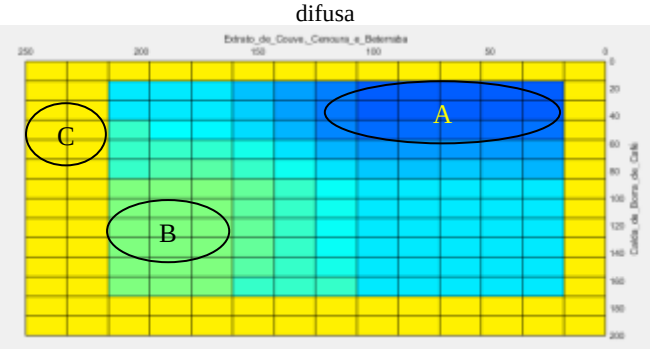
A Figura 5 mostra a superfície como uma solução do sistema difuso pela Inferência de Mamdani Método, com mapa de contorno ilustrado na Figura 6.

Figura 5 – Diâmetro de planta difusa para o morango em 3D



Fonte: Autores, 2021.

Figura 6 – Mapa de contorno do diâmetro de planta da superfície difusa



Fonte: Autores, 2021.

A Figura 6 identifica a região no plano Calda de borra de café × Extrato couve/cenoura/beterraba que estabelece as taxas mais altas e mais baixas para fuzzy diâmetro de planta, o que apresenta uma excelente ferramenta para os especialistas em plantio de morango aumentando assim, sua gestão da propriedade e, portanto, aumentando suas condições sustentáveis mais favoráveis, sabendo que o manejo do morango é bem complexo.

Região *C* representa condições favoráveis para cultivo do morango, pois proporciona a Borra de café e o Extrato de couve/cenoura/beterraba, as melhores condições para o seu manejo, que é classificada como a melhor condição de diâmetro de planta (Alta).

A região *B* oferece condições menos favoráveis para as dosagens dos biofertilizantes em relação a região *A*, mesmo que esta região possua um sombreamento de coloração menos intenso. Sendo que a região *A* nas condições aplicadas não apresentam boas respostas para o manejo do morango com as aplicações dos biofertilizantes nas dosagens recomendadas.

A Figura 6 apresenta possíveis alterações em relação a produção de morango a campo. Estes modelos de experimentação agrícola podem desenvolver uma relação entre o aumento da dosagem da borra de café e declínio ou estabilização na dosagem do extrato de couve/cenoura/beterraba e, a relação inversa destes biofertilizantes.

A Figura 6 também tornar-se visível que se a calda de borra de café for baixa (= 0) ou média (entre 0 100), ambas em (g m^2) o diâmetro da planta de morango tende a ser baixo. Se a borra de café for alta (entre 100 a 200), o grau será baixo. As condições acima podem representar uma baixa produção do morango produzido a campo.

Entretanto, se houver descontrole na dosagem alta da borra de café, o fruto do morango pode não obter a mesma resposta em produtividade, tendo em vista que ao manejar erroneamente uma dosagem de um nutriente, pode por si próprio reduzir a absorção de outro nutriente tão importante quanto os aplicados pela borra, este fator é chamado de lie do mínimo.

A Figura 7 simula o sistema com base em regras difusas para os dados de calda de borra de café e extrato de couve/cenoura/beterraba, indicado por *C* na Figura 6. O ponto está dentro de uma condição de intermediária para alta, que também é tomada em conta para determinar o diâmetro de planta, dado como 9,75.

Quando é analisado os graus de adesão da produção variável observa-se que o ponto ideal tem um maior grau de adesão dentro o conjunto fuzzy Alta, como mostra a Figura 8.

Figura 7 – Método de inferência de Mandani para calda de borra de café entre 80 a 160 e extrato de couve/cenoura/beterraba entre 160 a 210 g m^2, com a taxa de diâmetro de planta difusa = 9,75

Fonte: Autores, 2021.

ISSN 1809-3957

Figura 8 – Indicação de maior grau de adesão para o conjunto fuzzy no ponto Alta para diâmetro de planta = 9,75

Fonte: Autores, 2021.

IV. CONCLUSÃO

A interpretação do uso da lógica fuzzy neste experimento utilizando dados reais de campo, conseguiu otimizar as melhores dosagens dos biofertilizantes, sendo 40 a 100 e 220 a 250 g/m^2, respectivamente de calda de borra de café e extrato de couve/cenoura/beterraba.

Uma significativa inovação dentro dos sistemas baseados em regras difusas, pois as regras foram estabelecidas a partir de um experimento real a campo e, além de utilizar uma revisão literatura como um primeiro plano teórico.

Com esta aplicação de regras difusas com dados reais e de fácil entendimento, pode-se trazer muitos benefícios aos envolvidos na cadeia produtiva do morango, principalmente na questão de aumento de produtividade com controle de custos.

V. REFERÊNCIAS

AKAMINE, E. H. *et al*. Composição lipídica, características físicas e sensoriais de recheios de morango em biscoitos. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 21, 2018.

ANTUNES, L. E. C.; CARVALHO, G. L.; SANTOS, A. M. DOS. **A cultura do morango**. 2 revista ed. Brasília: 2011.

BALACHANDRAN, S.; LAKSHMI, S.; RAJENDRAN, N. Irrigation system using hyperspectral data and machnie learning techniques for smart agriculture. **Journal of Computer Science**, v. 16, n. 4, p. 576–582, 2020.

BRESSANE, A. *et al*. Sistema de apoio à avaliação de impactos da poluição sonora sobre a saúde pública. **Cadernos de Saude Publica**, v. 32, n. 5, 1 jan. 2016.

DE MAMANN, Â. T. W. *et al*. Diffuse system simulating wheat productivity by nitrogen and temperature in the use of biopolymers. **Revista Brasileira de Engenharia Agricola e Ambiental**, v. 24, n. 5, p. 289–297, 2020.

DE PAULA, L. *et al*. Growth and mineral nutrition of forage corn cultivated hydroponically with serum of cow milk. **Revista Brasileira de Engenharia Agricola e Ambiental**, v. 15, n. 9, p. 931–939, 2011.

DIAS, C. N. *et al*. Productivity and quality of strawberry under different environments and biofertilizer doses. **Revista Brasileira de Engenharia Agricola e Ambiental**, v. 19, n. 10, p. 961–966, 1 set. 2015.

EBEL, R.; KISSMANN, S. Fermented leaf fertilizers-principles and preparation. **Organic Farming**, v. 5, n. 1, p. 14–22, 2019.

FARIA, P. N. Análise de agrupamentos no estudo de caracteres agronômicos para a cultura do milho. Cluster Analysis in the study of agronomic traits for corn. **Revista de ciências Agrárias.** v. 42, n. 3, p. 743–750, 2019.

LEE, C. C. Fuzzy Logic in Control Systems: Fuzzy Logic Controller, Part II. **IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics**, v. 20, n. 2, p. 419–435, 1990.

OLIVEIRA, D. S., NÓBREGA, J. S., ROCHA, R. H. C., ARAÚJO, J. L., GUEDES, W. A., LIMA, J. F. Produção, aspectos nutricionais e fisiológicos de alface sob adubação foliar com Spirulina platensis. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 12, n. 1, p. 41–47, 2017.

SABRI, N. *et al*. Cognitive wireless sensor actor network: An agricultural perspective. **International Journal of Innovative Computing, Information and Control**, v. 10, n. 2, p. 631–658, 2014.

SILVA, M. DE O. *et al*. Use of biofertilizantes phosphated of the development of the melon and readiness of phosphorus. **Revista Ciencia Agronomica**, v. 42, n. 2, p. 268–277, 2011.

VI. COPYRIGHT

Direitos autorais: Os autores são os únicos responsáveis pelo material incluído no artigo.

Área: Ciências Exatas e Engenharias

1-3	**ALGORITMOS DE CAMINHO MÍNIMO APLICADOS À UMA REDE SDN PARA PRIORIZAR VEÍCULOS DE RESGATE** **MINIMUM PATH ALGORITHMS APPLIED TO AN SDN NETWORK TO PRIORITIZE RESCUE VEHICLES** Thiago Ramalho De Carvalho; Dionisio Machado Leite Filho
3-1	**ANALYSIS AND EVALUATION OF THE BUSINESS OPPORTUNITIES OF THE BRAZILIAN CONSTRUCTION AND DEMOLITION WASTE SECTOR, BASED ON THE CITY OF ARARAQUARA** **ANÁLISE E AVALIAÇÃO DAS OPORTUNIDADES DE NEGÓCIOS DO SETOR BRASILEIRO DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO, BASEADO NA CIDADE DE ARARAQUARA** Larissa Picionieri Bernal; Antonio De Paulo Peruzzi
3-4	**BATERIAS AUTOMOTIVAS: TECNOLOGIAS E CENÁRIO ECONÔMICO** **AUTOMOTIVE BATTERIES: TECHNOLOGIES AND ECONOMIC SCENARIO** Adrianus De Queiroz Ferreira; Thais Santos Castro
3-7	**A URBANIDADE DA HIGIENE OCUPACIONAL NA ERA DIGITAL E O NEGACIONISMO SOCIAL DA ANTECIPAÇÃO E PREVENÇÃO** **THE URBANITY OF OCCUPATIONAL HYGIENE IN THE DIGITAL AGE AND THE SOCIAL NEGATIONISM OF THE ANTICIPATION AND PREVENTION** Diego José Rodrigues Marques; Jean Carlos Lourenço Costa; Roque Antônio De Moura; Messias Borges Silva

DOI: https://doi.org/10.29367/issn.1809-3957.16.2021.184.11

Revista SODEBRAS – Volume 16
N° 184 – ABRIL/ 2021

ALGORITMOS DE CAMINHO MÍNIMO APLICADOS À UMA REDE SDN PARA PRIORIZAR VEÍCULOS DE RESGATE

MINIMUM PATH ALGORITHMS APPLIED TO AN SDN NETWORK TO PRIORITIZE RESCUE VEHICLES

THIAGO RAMALHO DE CARVALHO[1]; DIONISIO MACHADO LEITE FILHO[1]
1 – UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL – CAMPUS DE PONTA PORÃ
thiagozozoxo@gmail.com, dionisio.leite@ufms.br

Resumo – O presente trabalho tem como objetivo criar um modelo para redes definidas por software – SDN para otimizar a organização de rotas para a mobilidade urbana de agentes de saúde, veículos de resgate e apoio, através de algoritmos de busca de menor caminho. Justifica-se a investigação de que os semáforos, no conceito de SDN, poderão ser utilizados como nós em uma SDN e poderão ser configurados e reconfigurados de acordo com a demanda de deslocamento dos agentes e veículos de saúde. Para realizar este trabalho foram explorados dois algoritmos de caminho mínimo que utilizam grafos. Os resultados mostraram que os dois algoritmos se comportaram de maneira rápida e em metade dos testes o algoritmo de Dijkstra se mostrou melhor que o A*. Esse fato permite concluir que é possível, manipulando as rotas, ter um ganho de mobilidade para os agentes de saúde e de resgate.

Palavras-chave: Redes Definidas por Software. Cidades Inteligentes. Algoritmos de Caminho Mínimo.

Abstract - The paper aims to create a model for software-defined networks – SDN to optimize the organization of routes for the urban mobility of health agents, rescue and support vehicles, through search algorithms shortest path. The investigation is justified that traffic lights, in the concept of SDN, can be used as nodes in an SDN and can be configured and reconfigured according to the displacement demand of health agents and vehicles. In order to carry out this work, two minimal path algorithms using graphs were explored. The results showed that the two algorithms behaved quickly and in half of the tests Dijkstra algorithms proved to be better than the A*. This fact allows us to conclude that it is possible, by manipulating the routes, to have a gain in mobility for health and rescue agents.

Keywords: Software-Defined Network. Smart Cities. Minimal Path Algorithms.

I. INTRODUÇÃO

Atualmente a tecnologia torna-se mais presente e necessária na vida cotidiana, de acordo com CISCO (HANES *et al*., 2017), até o final de 2020 serão mais 50 bilhões de dispositivos conectados à Internet. Essa quantidade de dispositivos conectados está relacionada a tudo ou quase tudo que se possa programar (SINGH; SINGH, 2015). Com isso, dois termos muito importantes vêm à tona: Internet das coisas (*Internet of Things* - IoT) e cidades inteligentes (*Smart Cities*).

A Internet das Coisas é uma rede que conecta dispositivos virtuais e físicos identificáveis exclusivamente, usando protocolos de comunicação novos ou existentes (MINERVA; BIRU; ROTONDI, 2015).

As possíveis inovações proporcionadas pelas IoTs trazem consigo uma nova modalidade de organização das cidades, também conhecida como cidades inteligentes (CHOURABI *et al*., 2012). As cidades inteligentes são aquelas que otimizam a utilização dos recursos para servir melhor os cidadãos. Isso vale para a mobilidade, a energia ou para qualquer serviço necessário à vida das pessoas (ALBINO; BERARDI; DANGELICO, 2015); (LAUAR *et al*., 2020).

Dentro das atribuições que uma cidade precisa ter para ser considerada Inteligente, há o conceito de mobilidade. A mobilidade urbana é a condição criada para as pessoas poderem se locomover entre as diferentes zonas de uma cidade (JOUNDI; EL ALA-OUI; HAYAR, 2018). Quando a mobilidade está relacionada ao deslocamento de agentes de saúde ou mesmo veículos de resgate e apoio, surge a necessidade de melhoria de rotas para que o tempo de atendimento seja minimizado.

Dessa forma, este trabalho se propõe a abordar o problema de mobilidade urbana em Cidades Inteligentes para auxiliar o deslocamento dos agentes de saúde e veículos de resgate e apoio utilizando como suporte os IoTs que podem ser acoplados às cidades inteligentes.

Para explorar a mobilidade urbana, uma rede definida por software - *Software Defined Networking* – (SDN) foi utilizada. Uma SDN é uma arquitetura de rede emergente, onde o controle de rede é dissociado do encaminhamento e é diretamente programável e, portanto, transforma uma *smart grid* para que a rede se comporte de uma maneira mais coordenada e adaptável, facilitando a distribuição e o roteamento (XIA *et al*., 2014).

Para o desenvolvimento deste trabalho, os semáforos, no conceito de SDN, foram utilizados como nós em uma SDN, podendo ser configurado e reconfigurado de acordo com a demanda de deslocamento dos agentes e veículos de saúde. Com isso, neste trabalho foram utilizados os algoritmos de menor caminho de Dijkstra, e o algoritmo A* para a possível resolução do problema. Promovendo assim a comparação dos algoritmos verificando qual técnica de SDN e qual algoritmo aplicado a rota se comporta de forma mais eficaz.

II. TRABALHOS RELACIONADOS

Joundi, El Alaoui e Hayar (2018) apresentam um novo algoritmo de mobilidade urbana baseado na experiência do usuário. No artigo, o autor explorou os problemas relacionados à locomoção do tráfego rodoviário urbano na cidade de Casablanca no Marrocos, propondo um caminho mais rápido do local de partida ao destino final com base na experiência do usuário e comparando esse novo algoritmo com o algoritmo de Dijkstra.

O autor conclui que mesmo o algoritmo de Dijkstra propondo o menor caminho ele não considera os fatores como semáforos e congestionamento diário de determinada rota, já o algoritmo proposto pelo autor baseado nas experiências dos usuários propõe um caminho maior em alguns casos, mas desviando de semáforos e congestionamentos proporcionando, assim, uma rota mais rápida do destino inicial ao final.

Para Sharma *et al*. (2013), o uso de sensores de identificação através de radiofrequência (RFID), pode ajudar na mudança dos semáforos para os veículos de emergência. Com o sistema de RFID pode ser considerada a prioridade de vários veículos para a utilização de semáforos e considerar a densidade do tráfego nas estradas. Foi proposto no artigo um esquema onde os veículos podem resolver os conflitos resultantes dos cruzamentos sozinhos e implementar uma prioridade esquema que pode priorizar veículos de emergência nos cruzamentos, onde os sensores de RFID transmitem informações aos carros. O autor conclui que é possível detectar a presença e identidade dos sinais de trânsito com antecedência suficiente e confiável.

Segundo Pacheco *et al*. (2016), é possível, através de cálculos, oferecer um serviço mais flexível no estabelecimento de fluxos. Segundo o autor, usando uma contribuição de arquitetura que pode ser usada em controladores SDN, um algoritmo de busca, baseado na qualidade de serviço (QoS). No artigo o autor propõe o uso de cálculos de caminhos determinísticos, e como resultados o algoritmo mostrado no artigo reduziu o tempo de busca de caminhos eficazes, quando comparado ao algoritmo de Dijkstra, que pode ser usado nos veículos de essenciais para reduzir o tempo de espera por caminhos mais rápidos até o ponto de destino final.

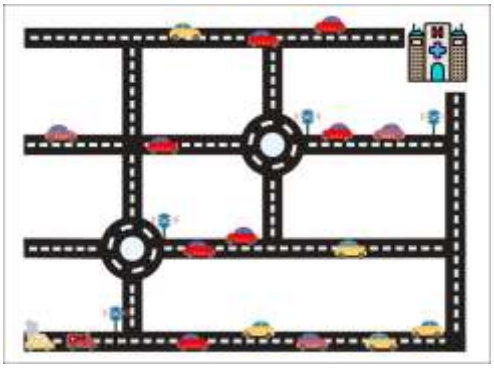
Segundo Bideh, Paladi e Hell (2020), é possível através de um aplicativo gerenciar um tráfego que utiliza controladores de redes definidas por software para preempção de tráfego, o aplicativo proposto aproveita a centralização lógica do plano de controle SDN para melhorar o gerenciamento de tráfego para auxiliar os veículos em emergência. Os veículos de emergência geralmente são equipados com transmissores para controlar os semáforos em seu caminho e avisar outros veículos com sirenes.

Considerando as possibilidades de desenvolvimento de SDN e a possibilidade de utilização dos semáforos como parte integrante da rede encontrados na literatura, este trabalho utiliza então o algoritmo de Dijkstra, que é bem difundido na literatura e é utilizado no contexto de SDN e o algoritmo A*, um algoritmo que utiliza variação de eurística para definição de menor caminho. O A* permite várias eurísticas, mas apenas uma por solução. Neste artigo foi explorada a eurística de Manhattan para comparar com o algoritmo de Dijkstra.

III. METODOLOGIA

Como o presente trabalho considera a mobilidade urbana, nos cenários considerados há sempre um ponto de chegada. Para o problema explorado, o ponto de chegada é o hospital, como apresentado na Figura 1.

Figura 1 - Cenário de trânsito considerando o hospital como destino



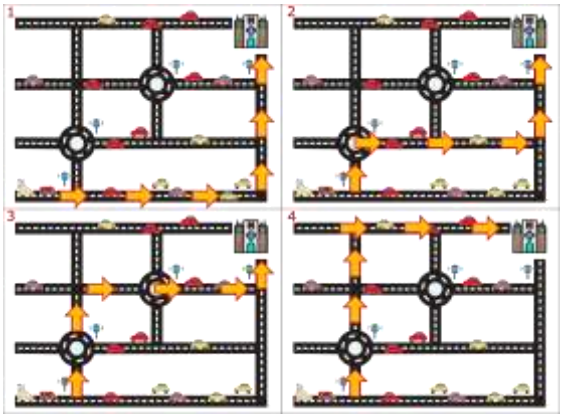
Fonte: Autores, 2021.

De acordo com a Figura 1, nota-se que dado um destino (hospital) é possível chegar ao pôr vários caminhos. Nesse caso, há pelo menos 4 possíveis rotas para se deslocar do local do acidente até o hospital.

Com base na Figura 1, nota-se que há possíveis problemas que podem ocorrer de acordo com o deslocamento de uma ambulância. Esses problemas podem ser: congestionamento, quando um caminho está com seu fluxo lotado; semáforos sincronizados em vermelho, pois como o semáforo controla o fluxo pode ocorrer problemas de formação de trânsito lento, ou o bloqueio dos cruzamentos; faixas com tendências a serem congestionadas como a proximidade de fluxos de pessoas ou bares e restaurantes onde o fluxo pode ser comprometido.

Uma ambulância em emergência teria no mínimo 4 possíveis rotas para se deslocar até o hospital como mostra a Figura 2.

Figura 2 - Possibilidades de caminhos sem qualquer critério



Fonte: Autores, 2021.

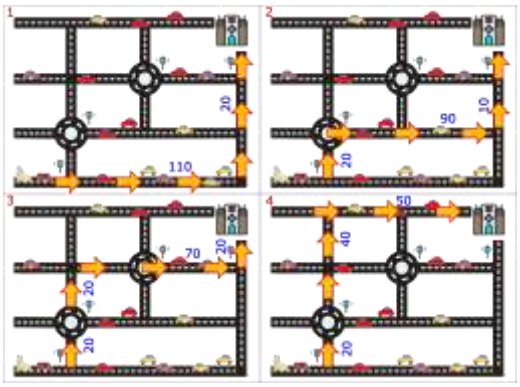
A Figura 2 exemplifica os 4 caminhos são apresentados na Figura e para cada caso há a influência de algum fator (trânsito ou fluxo).

As possibilidades de solução para a mudança de rota exploradas contam com algoritmos de roteamento. De acordo com a literatura explorada na elaboração deste trabalho, os algoritmos Dijkstra e A*foram os escolhidos.

ISSN 1809-3957

A aplicação do algoritmo de Dijkstra e seus possíveis pesos para poder definir o menor caminho para que a ambulância chegue ao hospital mais rápido possível é ilustrado na Figura 3.

Figura 3 - Rotas com peso para utilização de Dijkstra



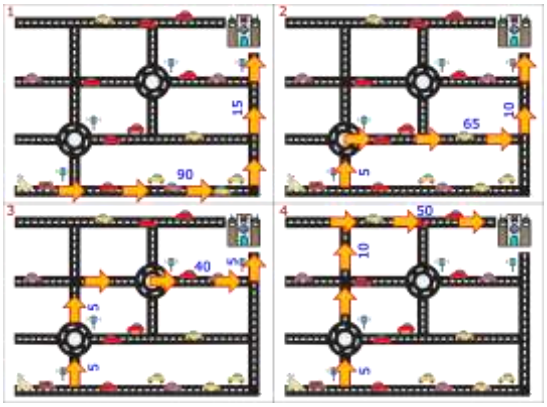
Fonte: Autores, 2021.

De acordo com a Figura 3, utilizando os pesos das rotas, nota-se que a rota com menor peso é a quarta rota com custo 110, quando somado os pesos das arestas do grafo proposto.

Entretanto, como foi apresentado, o algoritmo de Dijkstra pode conter variações que deixarão o algoritmo com uma complexidade menor para a melhor utilização do algoritmo, as variações que podem ocorrer são, por exemplo, com o auxílio dos semáforos que podem ser alterados para a melhor fluidez do trânsito ajudando a ambulância de locomover de maneira mais ágil.

A segunda abordagem é o algoritmo A*, onde foi utilizada a heurística que os semáforos poderão ser alterados de acordo com a necessidade da ambulância para facilitar o trajeto e diminuir o tempo de chegada até o hospital, como é demonstrado na Figura 4.

Figura 4 -Rotas com peso para utilização de A*

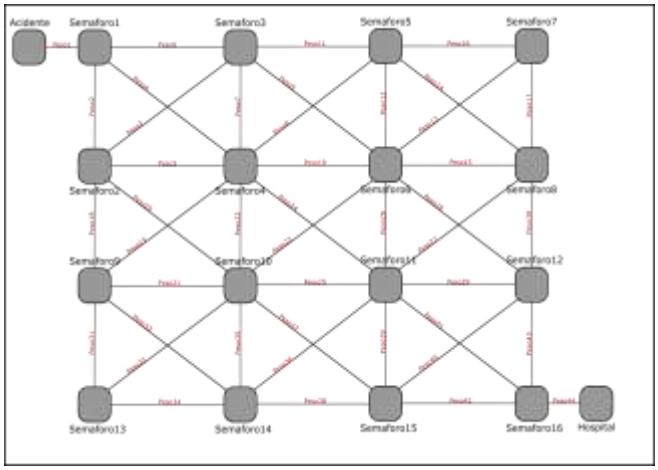


Fonte: Autores, 2021.

Como ilustrado na Figura 4, foi definida uma heurística a favor da utilização do semáforo para a agilidade da ambulância, onde há um semáforo o peso da aresta do grafo decai, onde não contêm carros ou uma quantidade menor também é reduzido o peso da aresta do grafo, passando a quarta rota possível ser a melhor rota para que a ambulância chegue ao hospital de maneira ágil.

Na Figura 5 é apresentada uma grade modelo para a solução proposta. Essa grade foi utilizada no Omnet++ para simular o ambiente proposto e realizar a execução e validação do trabalho.

Figura 5 - Grade utilizada como base para realizar os ambientes de simulação



Fonte: Autores, 2021.

Analisando a Figura 5, nota-se que a grade é um grafo onde seu meio é totalmente conectado. Essas conexões simulam as possíveis ruas (arestas) e semáforos (nós). Os custos das arestas são gerados com base em sementes de simulação, para gerar aleatoriedade de custos e, assim, não deixar os custos tendenciosos para um ou outro algoritmo.

A lógica dessa grade é a mesma utilizada nos demais cenários de simulação que foram considerados neste trabalho. Sendo a diferença entre eles apenas na quantidade de nós.

IV. RESULTADOS

Para a obtenção dos resultados, 10 simulações com 10 iterações no algoritmo de Dijkstra e 10 iterações no algoritmo de A* foram propostas.

A quantidade de semáforos utilizados foi: 100; 200; 300; 400; 500; 600; 700; 800;900; 1.000, para tentar, assim, aumentar o espaço de busca de ambos os algoritmos, apresentando, também, a média e desvio padrão dos dois algoritmos.

Os resultados do algoritmo de Dijkstra são apresentados na Tabela 1. São apresentadas as 10 iterações e seus respectivos tempos médios e desvios padrões.

Tabela 1 - Resultados para a execução de Dijkstra

Quantidade de Semáforos	Média Tempo -10 Iterações	Desvio Padrão
100	0,0166s	0,00480
200	0,0214s	0,00783
300	0.0244s	0,00484
400	0.0309s	0,00693
500	0.0370s	0,00734
600	0.0406s	0,00634
700	0.0471s	0,00692
800	0.0572s	0,00733
900	0.0555s	0,00748
1000	0.0586s	0,00862

Os resultados do algoritmo de A* são apresentados na Tabela 2. São apresentadas as 10 iterações e seus respectivos tempos médios e desvios padrões.

ISSN 1809-3957

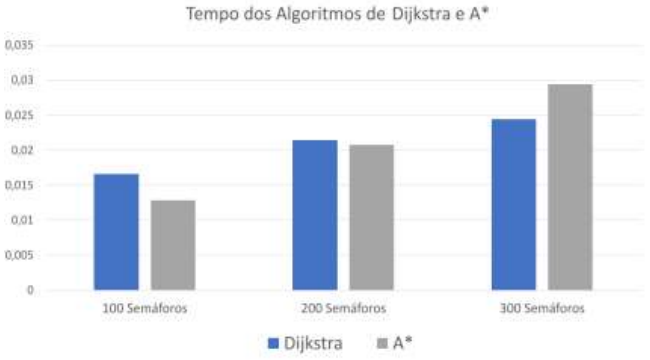
Tabela 2 - Resultados do algoritmo de A*

Quantidade de Semáforos	Média Tempo -10 Iterações	Desvio Padrão
100	0,0128s	0,00640
200	0,0207s	0,00875
300	0,0294	0,00480
400	0,0324	0,00828
500	0,0357	0,00678
600	0,0370s	0,00734
700	0,0493s	0,00940
800	0,0524s	0,00783
900	0,0572s	0,01024
1000	0,0593s	0,00956

Como presentado nas Tabela 1 e Tabela 2, os dois algoritmos se comportaram de maneira rápida e com baixos desvios padrões, demonstrando que a tomada de decisão é rápida, viabilizando a execução de ambos os algor timos no cenário de cidades inteligentes.

Os resultados obtidos são apresentados de forma gráfica nas Figuras 6 e 7.

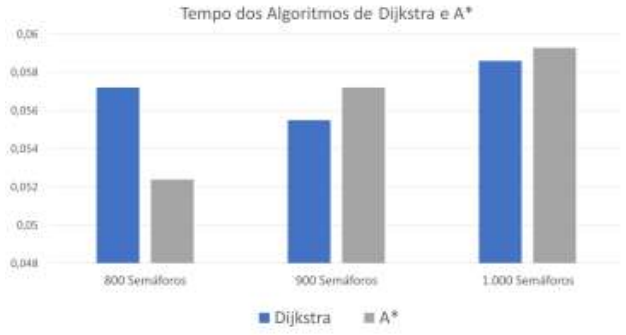
Figura 6 - Tempo médio dos algoritmos de 100 a 300 semáforos



Fonte: Autores, 2021.

Na Figura 6 é possível verificar que o algoritmo de A* teve um tempo menor com 100 e 200 semáforos, porém com 300 semáforos o algoritmo de Dijkstra teve um tempo menor quando comparado ao A*.

Figura 7 - Tempo médio dos algoritmos de 800 a 1.000 semáforos



Fonte: Autores, 2021.

Na Figura 7 é possível verificar que o algoritmo de A* teve um tempo menor com 800 semáforos, porém com 900 e 1.000 semáforos o algoritmo de Dijkstra teve um tempo menor quando comparado ao A*.

Tendo em vista os dois gráficos apresentados, é possível notar que há diferenças de tempos observados, o que faz com que um algoritmo seja melhor que o outro em determinadas condições.

Com cenários com baixo índice de semáforos, o algoritmo de A* obteve os melhores resultados. Já em cenários com alto número de semáforos, o algoritmo de Dijkstra obteve os melhores resultados.

V. CONCLUSÃO

Este artigo apresentou a aplicação de algoritmos de caminhos mínimos aplicados em uma SDN para priorizar veículos de resgate. Com o advento das cidades inteligentes, é cada vez mais necessário haver recursos e tecnologias que auxiliem no cotidiano da população.

Esse auxílio pode ser em várias áreas, dentre elas, a mobilidade urbana, objeto de estudo deste artigo. Foi considerado o ambiente de resgate devido a rápida tomada de decisão que é necessária nesse ambiente.

Conforme apresentado na metodologia, várias são as possibilidades de caminhos entre uma origem e um destino e, sem qualquer recurso tecnológico, fica impossível prever qual o melhor caminho a ser adotado. Nesse sentido, foi utilizado o conceito de semáforos inteligentes para a obtenção de informação e a possível manipulação de estados do semáforo.

Os algoritmos utilizados consideram o conhecimento total da rede e sua informação de pesos (Dijkstra) e a possível manipulação de sinais com (A*). É possível a utilização de ambos no cenário de mobilidade urbana.

Os resultados mostram que a tomada de decisão é feita de forma rápida e com baixos desvios padrões. Esse fato reforça a estabilidade com que ambos os algoritmos trabalham a informação necessária.

Assim sendo, pode-se concluir que para semáforos que apenas fornecem as informações de tráfego, pode-se utilizar Dijkstra e obter os melhores caminhos. Caso os semáforos possam ser manipulados, o algoritmo A* pode ser uma melhor opção para a tomada de decisão.

Vale ressaltar que não foram considerados cenários com várias ambulâncias ou vários hospitais, ainda assim, a alternativa apresentada neste artigo pode contribuir para a melhoria da mobilidade de veículos de resgate.

VI. REFERÊNCIAS

ALBINO, Vito, BERARDI, Umberto, DANGELICO, Rosa Maria. Smart cities: Definitions, dimensions, performance, and initiatives. **Journal of urban technology**. P. 3–21. 2015.

BIDEH, Pegah Nikbakht, PALADI, Nicolae, HELL, Martin. Software-Defined Networking for Emergency Traffic Management in Smart Cities. **Vehicular Ad-hoc Networks for Smart Cities.** P. 59–70. 2020.

CHOURABI, Hafedh, NAM, Taewoo, WALKER, Shawn, GIL-GARCIA, J Ramon, MELLOULI, Sehl, NAHON, Karine, PARDO, Theresa A, SCHOLL, Hans Jochen. **Understanding smart cities**: An integrative framework.

ISSN 1809-3957

45th Hawaii international conference on system sciences. P. 2289–2297. 2012.

HANES, David, SALGUEIRO, Gonzalo, GROSSETETE Patrick, BARTON, Robert, HENRY, Jerome. **IoT fundamentals:** Networking technologies, protocols, and use cases for the internet of things**.** [S.l.]: Cisco Press, 2017.

JOUNDI, M, EL ALA-OUI, M, HAYAR, A. **New Urban Mobility Algorithm Based On User Experience**. IEEE International Smart Cities Conference (ISC2). P. 1-4. 2018.

LAUAR, Sami Nasser, DE OLIVEIRA, Tainã Ribeiro, MESTRIA, Mário. Data Aggregator Allocation Problem In Smart Grids. **Revista Sodebras [on line].** v.15, P. 98-104, Nº 179, 2020.

MINERVA, Roberto, BIRU, Abyi, ROTONDI, Domenico. **Towards a definition of the Internet of Things (IoT)**. IEEE Internet Initiative. P. 1–86. 2015.

PACHECO, Davison Holanda, ISHIMORI, Airton Nobumasa, FARIAS, Fernando Nazareno Nascimento, ABELEM, Antonio Jorge Gomes. Uma estratégia para o serviço de cálculo de caminhos em redes definidas por software**. Revista Brasileira de Computação Aplicada**. P. 71–81. 2016.

SINGH, Sachchidanand, SINGH, Nirmala. **Internet of Things (IoT):** Security challenges, business opportunities & reference architecture for E-commerce. 2015 International Conference on Green Computing and Internet of Things (ICGCIoT). P. 1577–1581. 2015.

SHARMA, Suresh, PITHORA, Alok, GUPTA, Gaurav, GOEL, Mohit, SINHA, Mohit. Traffic light priority control for emergency vehicle using RFID. **International Journal Innovation Engeenering Technology.** P. 363–366. 2013.

XIA, Wenfeng, WEN, Yonggang, FOH, Chuan Heng, NIYATO, Dusit, XIE, Haiyong. **A survey on software-defined networking.** IEEE Communications Surveys & Tutorials. P. 27–51. 2014.

VI. AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – UFMS/MEC – Brasil.

VII. COPYRIGHT

Direitos autorais: Os autores são os únicos responsáveis pelo material incluído no artigo.

ISSN 1809-3957

DOI: https://doi.org/10.29367/issn.1809-3957.16.2021.184.16

Revista SODEBRAS – Volume 16
N° 184 – ABRIL/ 2021

ANALYSIS AND EVALUATION OF THE BUSINESS OPPORTUNITIES OF THE BRAZILIAN CONSTRUCTION AND DEMOLITION WASTE SECTOR, BASED ON THE CITY OF ARARAQUARA

ANÁLISE E AVALIAÇÃO DAS OPORTUNIDADES DE NEGÓCIOS DO SETOR BRASILEIRO DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO, BASEADO NA CIDADE DE ARARAQUARA

LARISSA PICIONIERI BERNAL[1]; ANTONIO DE PAULO PERUZZI
1 – UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
pbernal.larissa@gmail.com; aperuzzi@feciv.ufu.br

Abstract *– Civil construction industry is the largest global consumer of raw materials, responsible for 25-40% of carbon emissions worldwide into the atmosphere, and generate from 50% to 70% of the total urban solid waste in Brazil with the Construction and Demolition Waste (CDW). Despite the national legislation in force, which obligate the cities to improve their waste management, less than 10% of them perform some type of CDW processing. In adition, the low cost of waste disposal becomes the major obstacle to the implementation of a stronger culture in terms of reuse and recycling CDW. However, CDW makes up a promissing market, valued globally at US $ 126.897 billion in 2019. The present work aimed to investigate the national setting of management and generation of this waste in order to highlight the opportunities of this market and to analyze quantitative and qualitative data from Araraquara, Brazil.*

Keywords: *Construction and Demolition Waste. CDW Generation and Management. Waste Market.*

Resumo *– A indústria da construção civil é a maior consumidora de matéria prima do mundo, responsável por aproximadamente 25-40% das emissões de carbono mundiais e por gerar de 50% a 70% do total de resíduos sólidos urbanos no Brasil com os Resíduos de Construção e Demolição (RCD). Apesar da legislação vigente obrigar os municípios a otimizarem o gerenciamento de resíduos, menos de 10% possuem algum processamento de RCD. Somado a isto, o baixo custo do descarte dos resíduos se torna o maior obstáculo para a implantação de uma cultura forte de reuso e reciclagem de RCD. No entanto, os RCD compõem um mercado promissor avaliado globalmente em US $ 126.897 bilhões em 2019. O presente trabalho objetivou investigar o cenário nacional de geração e gestão destes resíduos, para evidenciar as oportunidades desse mercado e analisar dados quantitativos e qualitativos do município de Araraquara, Brasil.*

Palavras-chave: *Resíduos de Construção e Demolição. Geração e Gestão de RCD. Mercado de Resíduos.*

I. INTRODUCTION

Construction industry plays a fundamental role in a country's socioeconomic development: it is estimated that it is possible to save US$ 100 billion by increasing only 1% of the sector's productivity worldwide. However, this industry causes serious environmental impacts since it is the largest global consumer of raw materials and responsible for 25-40% of carbon emissions around the world (WORLD ECONOMIC FORUM, 2016). Furthermore, the sector stands out in the generation of solid waste, mainly from the demolition or renovation of buildings, also denominated "Construction and Demolition Waste" (CDW). In Brazil, CDWs represent between 50% and 70% of the total mass of solid urban wastes, being largely responsible for landfill depletion (BRAZIL,2005). In 2014, EUROSTAT pointed out that the European Union member countries generated about 935 million tons of CDW, representing 36% of the total solid waste production (EUROSTAT, 2016). The Directive 2008 / 98 / EC of the European Parliament and of the Council (EUR-LEX, 2008) presents guidelines and definitions that address waste management in general. It also establishes the principles of "inverted pyramid" (Figure 1), a hierarchy created to prevent the generation of residues or at least encourage its reuse, recycling, recovery or disposal, following this order.

Figure 1 – Waste management hierarchy

Source: European Comission, 2016.

Australia also has been working on these ideals. According to Environment and Communications References Committee (2018), the recycling sector may increase around 400% by 2040. This boost comes as a response to a variety of factors, most importantly China's new waste policy, which caused a substantial reduction of Australian waste exportation. On CDW stakeholders opinion, the most influent topics on market and operation developments are: investment in technology and infrastructure, sustainable

procurement and landfill levies (SHOOSHTARIAN *et al.*, 2020).

In Brazil, a significant step has been taken towards the introduction of sustainable ideals in the construction industry. In 2002 the Resolution 307 of the National Environment Council (Conama) classified waste into groups with the aim of simplifying management (Class A: recyclable within the construction sector itself; Class B: recyclable for other sectors; Class C: non-recyclable; Class D: hazardous waste) and marked the transfer of full responsibility for CDWs from the public authorities to the generator (BRAZIL, 2002). In 2010, Law 12,305 / 2010 instituted the "National Solid Waste Policy" (PNRS), bringing guidelines for the correct disposal of waste and establishing instruments for environmental monitoring and inspection, in addition to tax incentives for companies operating in the waste sector. This law reinforces the idea that Resolution 307 brought about the need of the "Solid Waste Management Plan for Generators", that must contain all quantitative and qualitative information regarding the materials used in the activity, as well as the description of those responsible for each stage of management (BRAZIL, 2010). Both laws were based on two important concepts: “Reverse Logistics” and “Life Cycle Thinking”. Reverse Logistics focuses on returning the waste to the industry, either to reincorporate it into the production chain, or simply to provide a correct disposal. Life Cycle Thinking (LCT) seeks to replace the idea of linear production with cyclical production, analyzing the impact and the generation of waste in all production stages, from the extraction of raw materials to disposal. Despite the guidelines, the Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE, 2010) pointed out that 28% of the cities still do not have a consolidated management plan. Despite most of the municipalities already have a plan, less than 10% of them actually process CDW. The Institute of Applied Economic Research (IPEA) indicated that the predominant type of management was the disposal of CDW in dumps, and the main processing was the simple sorting of class A and B waste. In addition, IPEA identified that 12.5% and 32% of recycling units and landfills, respectively, did not have any operating license (IPEA, 2012). An important aspect to be highlighted is that the government represents about 86% of recycling areas and 61% of landfills.

Regarding the amount of CDW generated, Pinto (1999) estimated the generation per capita between 230 and 760 kg/inhab.year in Brazil, and when compared to international estimates (between 130 and 3,000 kg/inhab.year), the average values do not differ considerably from the rest of the world. However, it is worth mentioning that there are disagreements among the authors about whether to include the soils or not as CDWs. These residues come mainly from renovations and demolitions, being a nice representation of the national construction model, composed of 63% of cement mortar and 29% of concrete and ceramic blocks (IPEA, 2012). On the other hand, these numbers encourage the creation of new solutions to the issue on two different fronts: by citizens, due to the perception of the sector's environmental impacts and the possibility of reducing the total cost of projects with recycled materials; and by governments, aiming to reduce the problems generated by inadequate disposal. This demand for behavior changes by the generators may represent new business opportunities: in 2019 the global market for CDW recycling was valued at US$ 126,897 billion, with Europe covering 36.8% of revenue, and with estimated growth up to US$ 149,191 million until 2027 (PAWAR; SAWANT, 2020).

The waste market also allows adding value with technology at different stages of management. Through the prevention of waste generation, many software such as *SmartWaste* (UK) help the user to identify, in the design phase, the areas that are likely to be improved, reducing the environmental impact and saving time and money. The *VG Residuos* (Br) software helps to control and manage the waste - from generation to final destination - providing the documentation and assisting in the verification of suppliers, in addition to assuming the function of marketplace. Other types of software also act as marketplaces and have the function of bringing people and companies together to negotiate their waste or even donate, e.g. *Sobra da Obra* (Br) and *B2Blue* (Br). It is also possible to transform waste transportation into a kind of app type *Uber*, which is the case with the *Biothanks app* (Br), which connects generators to collectors.

This paper concerns the study of the construction and demolition waste market in Brazil, its current stage and business opportunities, analyzing the city of Araraquara (São Paulo state) as a case study. This town is located at 21º47'40" south latitude and 48º10'32" west longitude, has an altitude of 664 meters, and located 270 kilometers from the state capital (São Paulo), has area 1.004 km² and a population about 238,000 inhabitants, corresponding to a population density of 235,2 inhabitants / km² (Figure 2).

Figure 2 – Location map of Araraquara City, São Paulo State, Brazil

Source: Google Earth, 2021.

Araraquara has a "Civil Construction Sustainable Waste Management System" that differentiates large and small waste generators. Large generators require a project to manage the waste generated. For small waste generators, the law defines the implementation of Small Volume Delivery points (SVD), also called “ecopoints” (Figure 3), which are public equipment that receive up to 2 m³ of construction and demolition waste free of charge, or 4 m³ for other waste. They can even request the removal of waste through the “collect dial” (information system to activate small private transporters operated from the delivery points).

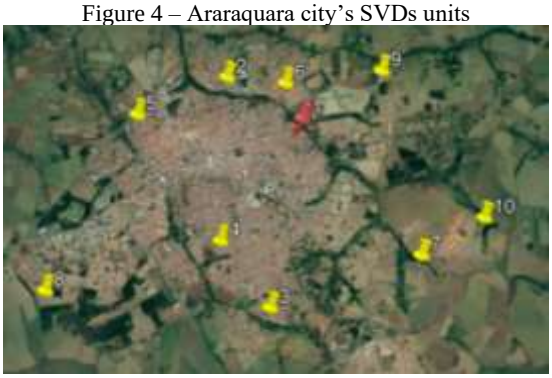
Figure 3 – Example of an “Ecopoint” in the city of Araraquara with recyclable disposal bays

Source: Authors, 2021.

ISSN 1809-3957

There are currently ten SVDs in Araraquara in operation (which are highlighted in Figure 4, including the Santa Angelina unit visited by the Authors, identified by "1" and highlighted in red). These units, in conjunction with CDW landfill, are known as the Civil Construction Waste Treatment Station (CCWTS), operated by the city's Department of Water and Sewers. Complementing the system, the city has a CDW recycling plant and a landfill, both belonging to the private sector.

Figure 4 – Araraquara city's SVDs units



Source: Google Earth, 2021.

II. RESULTS AND ANALYSIS

To characterize the construction waste generating source, a local construction company was interviewed. It was possible to verify that there is a prevalence of waste that can be classified as Class "A" (CONAMA Resolution 307), mainly ceramic bricks, concrete and soil from earthworks. The materials left over at the construction site (excess order or changes in the project) are stored for later use, however when any item is damaged (cracked or chipped tiles), they are discarded. The culture of the interviewed company does not include the frequent use of recycled materials in its buildings, since only recycled corrugated tiles have been used until today. Therefore, in order to measure the financial impact that the management of waste generated has on the cost of the service, it was performed an analysis of the schedule and budget of a renovation work. For this purpose, the average cost of renting buckets of US$ 49.30 in Araraquara was adopted, with the average buckets change period of 2 days during the construction of the structure and fence, and 7 days in the finishing phase (Table 1).

Table 1 – Estimate of the amount spent on handling CDW in the construction analyzed in this work

Stage	Duration (months)	Material bucket change frequency (days)	Vol. gen. Est. (m^3)	Cost. (US$)
demolition	7	2	525	5,18
construction	2	2	150	1,48
finishing	9	7	193	1,90
Total				8,56

Source: Authors (2020).

Considering that, according to the construction company, the total construction budget was US$ 351,176.11, the handling of construction and demolition waste represented 3.7% of the budget value (from Table 1), a value higher than that estimated by the company in the beginning of the work, that adopted 2% of the budget.

To understand the municipal collection units operation, a technical visit was made to an SVD unit called "Santa Angelina" and, on the spot, it was observed that access to the SVD occurs in a simple and controlled way: the citizen who arrives at the unit presents a water bill to register in the system using the property registration number. A software registers and controls the material received, as well as records photos, volume and type of material discarded. There is a volumetric limit for individual disposal per discharge per user and, until 2019, this limit was 0.5 m³ for construction and demolition waste and 1 m³ for bulky waste. The unit manager states that the average volume of CDW discarded is around 2 buckets per day in each unit. During the visit, it was observed that the SVD receives a lot of material in good condition that could be easily reused, reducing the volume sent to the CCWTS (Figure 5).

Figure 5 – Example of an "Ecopoint" in the city of Araraquara with recyclable disposal bays

Source: Authors, 2020.

Construction Waste Treatment Station (CCWTS) is responsible for receiving, sorting and depositing the waste received in the SVD and from the department's works on the ground. Data provided by the station manager allows us to see that the CDWs are predominant when compared to other collected waste, as shown in Table 2.

Table 2 – Waste generation data in the municipality between 2017 and 2019

Year	Number of inhabit. (x1000)	Total waste weight (Ton)	Total Wreck. constr. Weight (Ton)	Wreck. constr. in relation to Total of waste (%)	Wreck. construc./ per *capta* (Ton/inh.)
2017	230,7	44,426	30,942	70	0.13
2018	233,7	35,865	19,064	53	0,08
2019	236,1	48,614	30,832	64	0,13
Total	700,6	128,905	80,838	-	-

Source: Authors (2020), based on information provided by CCWTS manager.

Data from 2017 and 2019 shows a constancy of waste received in terms of mass, hampered in 2018 with a considerable reduction. In this specific year, the company responsible for SVD and CCWTS reduced the receipt of materials due to the overload of the system, which represented, on the other hand, a significant increase in irregular waste disposal throughout the city. Therefore, although the registered numbers were reduced, it cannot be inferred that the city generated less waste in 2018.

To estimate the magnitude of municipal expenditures for the management of CDW, data were collected from the city's "Transparency Portal" for the year of 2019. However, in relation to this data, some caveats are applicable. As it was not possible to access the contracts signed between the

ISSN 1809-3957

agency and the companies, some of the values may include the handling of waste other than the CDW (for example, the company responsible for collecting the materials from the SVD and taking it to the CCWTS probably does not transport only CDW). In addition, there is no way to estimate or distinguish the values of the energy bills and the employees' payrolls, as this is information without details on the portal. An amount of US$ 566,195 was obtained for the management of CDW from the SVD and CCWTS, representing 11.74% of the total destined to the item "Operational Activities of the Solid Waste System", which committed US$ 4,695,804 in that year. This is a considerable amount since it almost equates to the municipal investment in purchases of medicines for the public health network in 2016, which was approximately US$ 642,603. When sorting the companies according to their area of operation, it can be noted that most of the resources are destined to companies related to the transport of waste and services for the processing of materials, holding 43% of the budget. Then there are the expenses with sorting, screening, and treatment of CDW with 27%, followed by expenses with physical maintenance of the space with 18%, expenses with equipment (maintenance, supply, and renovation) with 11% and only 1% of the investments in software. The engineer in charge of the CCWTS stated that the city's water and sewage utility often use recycled aggregates in its works, as it was verified in the budget. It is interesting to note that the investment in the software used in the SVD came after the overload of the system in 2018, and that its value was negligible when compared to the total budget.

Araraquara has also a private CDW recycling plant that works with a simple operation: the incoming material is initially sorted by class and size (the unit does not recycle large blocks - over 2,500 cm², due to handling difficulty) and, after that, the papers, plastics, metals and related are sent to appropriate recycling companies. The remaining CDWs are sent to a second treadmill sorting stage, which separates the running spout and the crack, and then forwarded to the crusher to produce sand and gravel # 1 and # 2. The plant charges US $ 5.28 per cubic meter deposited and it is estimated that the materials received are composed of 50% of fine materials, 30% of concrete and ceramics, 10% of wood and 10% of other materials. Currently, the plant receives 6,000 m³ per month and has a conversion rate for recycled material of 20%, that is, only 1,200 m³ of this material is sold. Hence, the revenue obtained by the company is mostly from the receipt of materials, and there is a large accumulation of unprocessed material (Figure 6).

Figure 6 – Plant environmental liabilities due to lack of Market for recycled material (yellow arrow)

Source: Authors, 2020.

The low use of recycled materials by construction market is mainly due to the national constructive culture that does not foster this behavior. Linked to this, the high availability of natural materials also favors the use of recycled materials, even though they are cheaper and of good quality (for example, the cubic meter of crushed gravel recycled by the plant costs only US$ 3.52 while the natural aggregate costs US$ 8.80). The majority customers of the plant belong to the public sector, but they are not enough to solve the environmental problems related to the material accumulation at the plant. Therefore, the company aims at a public-private partnership with the municipal government to give greater flow to the products and minimize its problem with liabilities. However, since the partnership still does not exist, it would be valid to hire a sales team to prospect customers in the private sector.

Data from Brazilian Association for the Recycling of Construction and Demolition Waste (Abrecon) confirms that the context found in the city of Araraquara is a reflex of what happens throughout Brazil: the plants generate more revenue from the receipt of rubble than the sale of recycled materials, which causes problems with environmental liabilities, and the majority customers are from the public sector, mainly because the product is a coarse material, widely used in infrastructure works. The national civil construction does not maintain a commitment to environmental sustainability, a scenario that permeates mainly due to the low cost of the bucket rental service, which often do not value the correct sorting and final destination of the tailings because they make the process more expensive. In general, civil construction industry is negligent and omits suppliers, since there is no concern with the compliance of the extraction of materials, whether in the environmental or even social aspect.

III. CONCLUSION

Construction and demolition waste is part of a multifaceted and still painful agenda of the Brazilian reality. Firstly, despite the current legislation, most of the cities do not have CDW management activities or even an established management plan. In addition, the data related to the sector are mostly out of date, constantly based on different premises, and the literature rarely presents estimates of this market size, so it becomes difficult to deal with accurate and public values – which became the biggest limitation of this article.

Despite these challenges, this article's main contribution is to demonstrate, based on a real case study, that the biggest obstacles of implementing the principles of the inverted pyramid are the low cost of residues transportation and final destination, which ends up reinforcing the generator's view of these items as disposable. However, it does not represent a low cost for the government due to the high quantity generated. Therefore, there would be more public money available as soon as this amount is reduced, which could be invested in other areas.

This culture reflects on recycling industries all over the country, since their revenue comes mostly from receiving CDW than selling recycled products.

The aim of this article is to turn this apparently discouraging scenario into a great incentive for investing on CDW market, since it is still dominated by public sector (a great indicative of private opportunities), extremely capable of incorporating technology in different stages of waste management and it's a potential global market, valued in US$ 126.897 billion in 2019.

ISSN 1809-3957

Another interesting aspect this article pointed out is that discarded materials are commonly found in satisfactory conditions for reuse and could easily return to construction processes, being sold at shorter prices or even donated to minimize the Brazilian housing deficit. Brazil has a quantitative deficit of 7.9 million homes, in addition to another 11 million that do not meet the minimum housing conditions, making up the so-called qualitative deficit (ARTEMÍSIA, 2020). Therefore, reinserting these materials on the market is convenient for the environmental, economic and social aspects.

There is a great need of reshaping the national model of civil construction. Although it is a path often ignored, the more time passes, the clearer it becomes that it is unavoidable to reconcile the environmental aspect with costs and processes management perspective.

IV. REFERENCES

ARTEMÍSIA. **Thesis of social impact on housing:** opportunities to undertake with impact. 2020. Available at: <https://artemisia.org.br/habitacao/>. Access at: 24 aug 2020 (In Portuguese).

BRAZIL. Ministry of Environment. **Conama Resolution n. 307, 5 of july of 2002.** Official Diary of the Union, Brasília, 17 jul. 2002 (In Portuguese).

BRAZIL. City Ministry. Ministry of Environment. **Construction waste and bulky waste management area:** guidance for licensing and application of Conama Resolution n. 307/2002. 2005 (In Portuguese).

BRAZIL. **Law n. 12,305 of 2 of august of 2010**. It institutes the National Solid Waste Policy, changes Law n. 9,605 of February of 1998 and provides other measures. Official Diary of the Union, Brasília, 3 aug 2010. (In Portuguese)

EUR-LEX. **Directive 2008/98/EC of the European Parliament and of the Council**, 19 November 2008, on waste and repealing certain Directives. Available at: < https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A32008L0098>. Access at: 03 mar 2020.

EUROSTAT. **Waste statistics**. Oct. 2016. Available at: http://ec.europa.eu/eurostat/statisticsexplained/ index.php/Waste_statistics>. Access at: 09 mar 2020.

GOOGLE EARTH. Google Earth website. Available at: <http://earth.google.com/>. Access at 25 jan 2021.

IBGE - BRAZILIAN INSTITUTE OF GEOGRAPHY AND STATISTICS. **2008 National Survey of Basic Sanitation**. Rio de Janeiro: IBGE, 2010 (In Portuguese).

IPEA - APPLIED ECONOMIC RESEARCH INSTITUTE. **Diagnosis of Construction Solid Waste – Research Report**. Brasília, 2012. Available at: <http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/7669/1/RP_Diagn%C3%B3stico_2012.pdf>. Access at: 09 mar 2020 (In Portuguese).

PAWAR, D.; SAWANT, R. **Construction & Demolition Waste Recycling Market by Source (Construction, Renovation, and Demolition),** Service (Collection and Disposal), and Material (Concrete, Bricks, Metal, Wood, and Others): Global Opportunity Analysis and Industry Forecast, 2020–2027. Aug, 2020. Available at: <https://www.alliedmarketresearch.com/construction-and-demolition-waste-recycling-market-A06246>. Access at: 03 nov 2020.

PINTO, T. P. **Methodology for the differentiated management of solid waste from urban construction**. São Paulo, 1999. Thesis (Doctorate) – Polytechnic School, University of São Paulo, 189 p. (In Portuguese).

SHOOSHTARIAN, S. *et al.* **Market development for a construction and demolition waste stream in Australia.** Journal of Construction Engineering, Management & Innovation, Melbourne, vol. 3, 2020. Available at: < https://www.goldenlightpublish.com/dosyalar/baski/JCEMI_2020_189.pdf>. Access at: 19 apr 2021.

TRANSPARENCY PORTAL: AUTONOMOUS DEPARTAMENT OF WATER AND SEWAGE OF ARARAQUARA (DAAE). **Expenses:** Summary. Available at: <http://transparencia.cebi.com.br/015/Despesa/Despesas>. Access at: 20 jun 2020 (In Portuguese).

WORLD ECONOMIC FORUM. **Shaping the future of construction:** A breakthrough in mindset and technology. Geneva, 2016. Available at: <http://www3.weforum.org/docs/WEF_Shaping_the_Future_of_Construction_full_report__.pdf>. Access at: 19 apr 2021.

V. ACKNOWLEDGMENT

The authors acknowledge the Faculty of Civil Engineering of the University Federal of Uberlandia, the companies in Araraquara that agreed to share data for this survey, the employees of the Department of Water and Sewer and of the Small Volume Delivery points of Araraquara, and all other people involved in the conception of this work.

VI. COPYRIGHT

The authors are the only ones responsible for the material included in this article.

DOI: https://doi.org/10.29367/issn.1809-3957.16.2021.184.21

Revista SODEBRAS – Volume 16
N° 184 – ABRIL/ 2021

BATERIAS AUTOMOTIVAS: TECNOLOGIAS E CENÁRIO ECONÔMICO

AUTOMOTIVE BATTERIES: TECHNOLOGIES AND ECONOMIC SCENARIO

ADRIANUS DE QUEIROZ FERREIRA [1]; THAIS SANTOS CASTRO[1]
1 – UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA (UNESP)
adrianusdqf@hotmail.com; thais.castro@unesp.br

Resumo – Devido à tendência mundial pela busca de matrizes energéticas mais sustentáveis, a indústria automobilística passa pelo processo de conversão do motor a combustão interna, alimentado por combustíveis fósseis, ao motor elétrico, alimentado por baterias de íon lítio. Mediante a revisão de diversos textos científicos e análises de mercado, esse artigo busca dar um panorama das tecnologias disponíveis no mercado no âmbito de baterias automotivas, trazendo os principais tipos, suas vantagens e desvantagens, custo da utilização por kWh, custo por ciclo de vida e quais são as necessidades energéticas dos modelos de veículos elétricos disponíveis no mercado. A revisão bibliográfica abrangeu até o ano de 2021, sendo a bateria de íon lítio a mais adequada para ser utilizada nos veículos automotivos, devido a sua capacidade de fornecimento de energia específica e o seu custo total ao longo do seu ciclo de vida.

Palavras-chave: Bateria Elétrica. Veículo Elétrico. Íon Lítio.

Abstract - Due to the worldwide trend towards the search for more sustainable energy matrices, the automobile industry goes through the process of converting the internal combustion engine, powered by fossil fuels, to the electric motor, powered by lithium-ion batteries. By reviewing various scientific texts and market analyzes, this article aims to provide an overview of the technologies available on the market in the field of automotive batteries, presenting the main types, their advantages and disadvantages, cost of use per kWh, cost per life cycle and the energy requirements for the models of electric vehicle available on the market. The literature review covered until the year 2021, with the lithium ion battery being the most suitable for use in automotive vehicles, due to its specific energy supply capacity and its total cost throughout its life cycle.

Keywords: Electric Battery. Electric Vehicle. Lithium-Ion.

I. INTRODUÇÃO

No início do século XX, as baterias automotivas participaram da revolução do automóvel, constituindo-se em uma das diversas indústrias que se estabeleceram com a popularização e produção em massa do veículo de combustão interna. Uma das características de inovação revolucionária é promover a criação e o desenvolvimento de novas indústrias, alterando o *status quo* e pondo a indústria tradicional em xeque. A produção de automóveis desenvolveu novos materiais e produtos, melhores conceitos de organização da produção provocando mudanças profundas na sociedade mundial.

A indústria automobilística, desde a Segunda Revolução Industrial, passou a ter uma indiscutível relevância na economia mundial, movimentando atualmente trilhões de dólares por ano. Segundo Saberi (2018), o setor automobilístico movimenta diversas outras áreas como, mineração, siderurgia, produção de plásticos, componentes eletrônicos entre outros. Variações de 1% de crescimento nessa indústria resultam em 1% a 1,5% de crescimento no PIB de países desenvolvidos. Os números de consumo de matéria-prima podem expressar bem essa importância. De acordo com Saberi (2018), estima-se que 50% do total de borracha, 25% do total de vidro e 15% do total de aço produzidos no mundo destinam-se a essa indústria, comprovando dados que as atividades desse setor impactam 10% do PIB dos países desenvolvidos. Ainda estima-se que mais de 8 milhões de funcionários estão empregados diretamente e, para cada emprego direto, mais de cinco indiretos são gerados.

Paralelamente ao crescimento da indústria automobilística desenvolveu-se a indústria de autopeças. No início, todas as peças eram importas da Europa e dos EUA, porém a partir de 1950 a manufatura brasileira começa a se desenvolver. A indústria nacional de autopeças é formada por fornecedores de componentes originais e independentes. Existem dois mercados para esses produtos, sendo o primeiro caracterizado pelas vendas para as montadoras de veículos, e um segundo mercado, denominado mercado de reposição, para substituição de peças em veículos usados.

Conjuntamente com o desenvolvimento da indústria de autopeças, se desenvolveu o setor de produção de baterias automotivas. Hoje, todos os veículos automotores contêm baterias. Elas foram introduzidas em 1912, quando assumiram seu papel primordial no funcionamento do automóvel, em substituição a manivela de ignição pela partida elétrica, e também servindo para acionar as luzes. Atualmente, elas servem como fonte de energia para diversos sistemas auxiliares embarcados que cresceram em quantidade com a evolução dos veículos.

O Brasil possui um amplo parque industrial no setor de baterias automotivas, com uma estrutura de mercado bastante particular. Mesmo com abertura comercial nos anos 90 e a entrada de multinacionais no país, ainda existe acentuada presença de empresas de capital nacional, que respondem por cerca de 80% do mercado brasileiro, sendo toda a produção voltada ao modelo chumbo-ácido. Com a atual tendência mundial à substituição dos combustíveis fósseis e busca da sustentabilidade energética, intensificou-se a conversão dos veículos a combustão interna para veículos híbridos e elétricos. Nesse processo, o mercado brasileiro de baterias enfrenta um sério problema já que o modelo de chumbo-ácido não atende à demanda energética dos novos veículos, nem é adequado devido ao peso.

Mediante este cenário e com a necessidade econômica e ambiental por produtos cada vez mais eficientes com menor poluição, este artigo tem como objetivo trazer o panorama de desenvolvimento das baterias automotivas, alinhadas ao crescimento da utilização dos veículos elétricos e a sua necessidade de energia específica para seu pleno funcionamento.

Para esta contextualização foi utilizado como metodologia uma revisão de diversos textos científicos em bases de dados confiáveis e análises de mercado, esse artigo busca dar um panorama das tecnologias disponíveis no mercado no âmbito de baterias automotivas, trazendo os principais tipos, suas vantagens e desvantagens, custo da utilização por kWh, custo por ciclo de vida e quais são as necessidades energéticas dos modelos de veículos elétricos disponíveis no mercado.

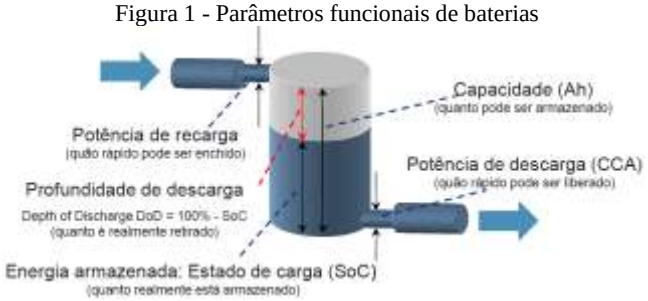
II. PARÂMETROS DE FUNCIONAMENTO DE BATERIAS

Baterias são sistemas eletroquímicos para armazenamento de energia. São acumuladores que transformam energia química em energia elétrica e vice-versa, normalmente por meio de uma reação de oxirredução. O polo negativo é denominado ânodo, onde ocorre a oxidação, enquanto o positivo é o cátodo, onde ocorre a redução. Os elétrons se deslocam do ânodo para o cátodo através do eletrólito, devido a diferença de eletronegatividade dos materiais dos eletrodos, gerando fluxo de elétrons, ou seja, corrente elétrica (CROMPTON, 2000).

Segundo Dehghani-Sanji (2019) as baterias podem ser classificadas como primárias e secundárias. Nas baterias primárias os reagentes são completamente consumidos ao longo do uso da bateria. Desse modo, após o consumo da carga, a bateria deve ser descartada.

Já as baterias secundárias, também chamadas de recarregáveis, podem ser re-energizadas por meio da aplicação de uma diferença de potencial (através de um gerador, como carregador específico para o aparelho, um alternador ou um dínamo). Isso ocorre porque as reações envolvidas no funcionamento desses dispositivos são forçadas a acontecer no sentido contrário, regenerando os reagentes e permitindo que a bateria seja utilizada novamente servindo a uma grande quantidade de equipamentos portáteis, como celulares, telefones sem fio, laptops e máquinas fotográficas, além dos automóveis e seus sistemas eletrônicos. Baterias são caracterizadas principalmente pelos parâmetros operacionais que suprem às aplicações eletroeletrônicas, no que tange armazenamento de energia. A Figura 1 apresenta esquematicamente os parâmetros funcionais das baterias e uma explicação literal de seu significado.

Figura 1 - Parâmetros funcionais de baterias



Fonte: Autoria própria.

O Quadro 1 apresenta a definição matemática de cada parâmetro assim como sua unidade de medida no sistema internacional.

Quadro 1 - Definição de parâmetros funcionais

Parâmetro	Definição
Potência de Recarga [W]	É a taxa de energia recebida pela bateria dividida pelo tempo. Define a capacidade de carregamento da bateria.
Profundidade de Descarga (DoD) [%]	Quantidade de energia retirada da bateria dividida pela capacidade total de acúmulo de energia.
Estado de carga (SoC) [%]	Quantidade de energia restante da bateria dividida pela capacidade total de acúmulo de energia.
Capacidade [Ah]	Quantidade de energia acumulada numa bateria.
Potência de Descarga [W]	É a taxa de energia descarregada pela bateria dividida pelo tempo. Define a capacidade de entrega da bateria.

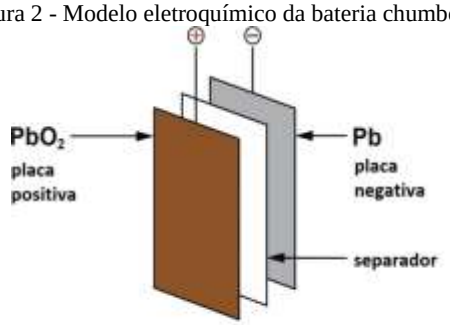
Fonte: Autoria própria.

2.1 - Princípio de funcionamento de baterias chumbo-ácido

As baterias de chumbo-ácido produzem tensão a partir da reação química entre os dois materiais eletronicamente desiguais das placas de chumbo positiva (dióxido de chumbo, $PbO_{2(s)}$) e negativa (chumbo puro, $Pb_{(s)}$) imergidas no eletrólito, ou seja, na solução de ácido sulfúrico e água. No processo de descarga ambas as placas tornam-se sulfato de chumbo ($PbSO_4$) e o eletrólito perde o ácido sulfúrico dissociado tornando-se água.

Numa bateria de chumbo-ácido típica, a tensão nominal da célula é relativamente alta, aproximadamente 2,05 V. A união de 6 células em série forma as tradicionais baterias automotivas de 12 V. A Figura 2 apresenta o modelo de placas convencional de uma célula de chumbo-ácido.

Figura 2 - Modelo eletroquímico da bateria chumbo-ácido



$$Pb + PbO_2 + 2H_2SO_4 \rightleftharpoons 2PbSO_4 + 2H_2O$$

Fonte: Geoffrey May (2018).

2.2 - Princípio de funcionamento de baterias íon-lítio

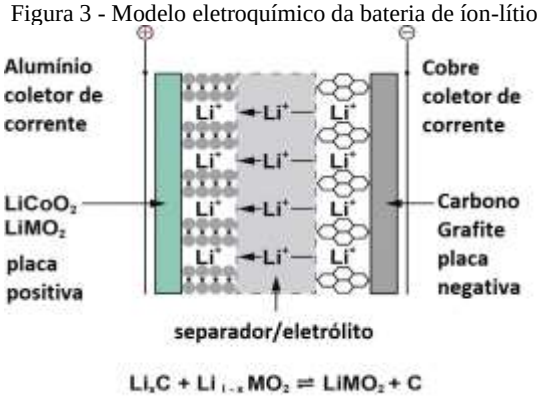
O princípio de funcionamento das baterias de íon-lítio difere-se das demais pelo fato de o lítio não passar por reações de oxirredução, mas sim pelos íons serem transferidos do eletrodo negativo para eletrodo positivo, por meio do eletrólito.

As baterias de íon lítio funcionam baseadas no fenômeno de intercalação iônica. É um fenômeno de difusão dos íons de lítio Li^+ através da rede cristalina tanto do

ISSN 1809-3957

cátodo como do ânodo, com a diferença de que quando um íon intercala, outro se desliga da rede oposta, e vice-versa, exemplificado na Figura 3.

Figura 3 - Modelo eletroquímico da bateria de íon-lítio



Fonte: Geoffrey May (2018).

O fato desse modelo funcionar pela difusão de íon de lítio e não por reações de oxirredução, confere-o além da capacidade de ser recarregável, uma baixa necessidade de manutenção e uma menor taxa de autodescarga, vantagens as quais a maioria dos outros modelos não possuem. A bateria não tem memória e não precisa de descargas completas para mantê-la em bom estado de funcionamento.
Segundo Meng (2019) a tensão nominal das células atualmente no mercado varia de 3,2 a 3,80 V o que pode alimentar diretamente telefones celulares, tablets e câmeras digitais, oferecendo simplificações e reduções de custo em projetos com várias células. As desvantagens são a necessidade de circuitos de proteção para evitar sobrecarga e superaquecimento, o que aliado aos materiais dos eletrodos, aumentam o preço do dispositivo.

III. ANÁLISE DAS TECNOLOGIAS DE BATERIAS

3.1 - Baterias EFB

A sigla EFB significa *Enhanced Flooded Battery*, (bateria inundada melhorada), é a primeira otimização do modelo de bateria chumbo-ácido para aplicações em veículos start-stop. Nessas aplicações a bateria passa a ser mais requisitada em descargas e cargas em intervalos de tempo curtos. A condição de taxa de descarga da bateria aumenta neste tipo de uso, e toda oportunidade de recarga é usada pelo sistema para alimentar a bateria com alta corrente. Durante o uso do veículo, as cargas e descargas sucessivas solicitam uma resposta mais rápida, configurando uma condição de aplicação chamada PSoC (*Partial State of Charge*), exigindo uma melhoria na tecnologia da bateria chumbo-ácido para atender a estas demandas. A produção de EFB é o resultado do processo de desenvolvimento e otimização de projeto de produto com base em um conhecimento mais sólido sobre a bateria inundada e seus parâmetros limitadores de desempenho.

Desenvolvimentos na composição química da pasta de óxidos também melhora o comportamento durante cargas e descargas. Além disso, uma rede de poliéster adicional é usada para melhorar e aumentar a retenção de material ativo na placa positiva, o que proporciona maior resistência a ciclos longos de variação de SoC.

3.2 - Baterias AGM

A sigla AGM significa *Absorbed Glass Material* (Fibra de vidro absorvente). Nessa construção o eletrólito (ácido sulfúrico) fica embebido numa lã de microfibras de vidro (85% de vidro boro silicato e 15% de fibras formadas por polímeros) a qual preenche completamente o espaço entre as células. Dessa forma a própria lã de microfibras de vidro encharcada de ácido torna-se o separador entre as células o que confere maior solidez mecânica ao conjunto, permitindo que as placas tenham uma maior compressão dentro da caixa da bateria. Devido a esse maior empacotamento a densidade de carga é aumentada se comparada aos modelos com líquido ou gel intracelular.

Como o eletrólito fica absorvido na lã, diminui-se o risco de vazamento caso a bateria sofra danos de perfuração. Da mesma forma a lã retêm a evaporação e propicia uma alta eficiência no ciclo de recombinação do oxigênio e do hidrogênio, a qual é limitada apenas pela própria capacidade da reação química. Essas características fazem com que as baterias AGM não necessitem de refil de água.

As baterias AGM também se classificam como baterias VRLA por possuírem válvula reguladora de saída única para o escape de gases e manutenção de uma pressão interna constante. Quando essas baterias chegam a um baixo nível de SoC ou são rapidamente descarregadas, há formação de hidrogênio gasoso que pode escapar pela válvula. Em situações de descargas lentas, o cálcio pode ser adicionado a placas para conter e absorver o hidrogênio.

3.3 - Baterias de Íon-Lítio

"Baterias de íons de lítio" é um termo abrangente para uma variedade combinações de elementos usados para construir uma bateria, as quais contêm lítio como elemento do cátodo. Suas características em relação à potência, vida útil, performances em baixa e alta temperatura e segurança são muito dependentes da combinação de materiais. O desenho do eletrodo permite a otimização para células de alta potência ou alta energia. Devido às altas demandas por energia e potência dos carros elétricos, essa tecnologia apresenta-se, a curto e médio prazo, como a melhor opção comercialmente viável. Mesmo assim, melhorias no modelo estão sendo pesquisadas em diversos centros de pesquisas ao redor mundo.

3.3.1 - Lítio Óxido de Cobalto – LCO

A bateria consiste em um cátodo de óxido de cobalto e um ânodo de grafita entremeada de íons de lítio. O cátodo possui uma estrutura em camadas e, durante a descarga, os íons de lítio se movem do ânodo para o cátodo. O fluxo se reverte com a carga. É o modelo que prevalece em número de aplicações de consumo. Sua principal vantagem é a alta energia específica que faz do LCO a escolha convencional para telefones celulares, laptops e câmeras digitais, aplicações de baixa potência e longo período de uso.

A principal desvantagem do LCO é uma vida útil relativamente curta, baixa estabilidade térmica e potências de carga e descarga limitadas. Segundo Nitta (2015) pelo fato de os íons de lítio estarem misturados com cobalto numa estrutura lamenar, a qual não favorece uma difusão eficiente, a velocidade de transferência dos íons é prejudicada e consequentemente as propriedades de potência também são. Do mesmo modo, recargas com altas correntes causam superaquecimento da bateria.

ISSN 1809-3957

3.2.2 - Níquel Cobalto Alumínio – NCA

Segundo Nitta (2015) a adição de Níquel e Alumino no cátodo resultou em melhores propriedades de energia e principalmente de potência específica se comparado ao cátodo puro de óxido de cobalto, além de um maior tempo de vida útil de armazenamento. Como resultado, o modelo NCA encontrou amplo uso comercial, sendo o primeiro a ser aplicado um em carro elétrico, pela Panasonic, no veículo *Roadster* (2005) da Tesla.

O foco atual é aumentar ainda mais o teor de níquel, resultando em maior densidade de energia e reduzindo simultaneamente o uso de cobalto, reduzindo-se o custo por kWh. Entretanto, o modelo NMC apresenta características mais adequadas aos requisitos automotivos.

3.2.3 - Níquel Cobalto Manganês – NMC

A combinação de Níquel e Manganês resultou numa bateria com melhor balanço entre energia e potência específicas aliadas ao custo. O níquel é conhecido por sua alta energia específica, mas baixa estabilidade; o manganês tem o benefício de formar uma estrutura de espinélio para obter baixa resistência interna, mas oferece uma energia específica baixa.

Segundo Islam (2015) tais características complementares entre os metais geram uma microestrutura mista no cátodo, conferindo ênfase em uma propriedade ou outra dependendo-se da proporção da mistura entre os mesmos. A combinação mais comum é um terço de níquel, um terço de manganês e um terço de cobalto, proporção chamada 1-1-1, a qual oferece uma mistura única que também reduz o custo da matéria-prima devido a quantidade reduzida de cobalto. Outra combinação bem-sucedida é a NCM com 5 partes de níquel, 3 partes de cobalto e 2 partes de manganês, proporção 5-3-2.

3.2.4 - Lítio Óxido de Manganês – LMO

O modelo LMO é a alternativa para aplicações de baixo custo, pelo fato de o manganês ser muito mais barato e menos tóxico que o níquel e o cobalto. Segundo Islam (2015), o cátodo apresenta uma microestrutura em forma de espinélio tridimensional que melhora o fluxo de íons no eletrodo, resultando em menor resistência interna e melhor fluxo de corrente. Uma outra vantagem do espinélio é a alta estabilidade térmica e a segurança aprimorada, apesar dessas características, os ciclos são reduzidos e conferem uma menor vida útil. Segundo Nitta (2015), foi observado para todos os cátodos de manganês uma maior tendência de se dissociar espontaneamente em Mn^{2+} e Mn^{4+}, depositando-se no ânodo e aumentando a impedância do mesmo. Devido a essa instabilidade, o modelo LMO é usado apenas em aplicações especiais.

3.2.5 - Lítio Íon Fosfato – LFP

O modelo LFP difere-se dos demais por apresentar um maior balanço entre lítio e óxido catódico. Segundo Nitta (2015), o fosfato de lítio oferece bom desempenho eletroquímico com baixa resistência por ter uma estrutura de olivina, a qual possui grande estabilidade térmica e capacidade de potência. Os principais benefícios são aceitação de maiores níveis de corrente e maior tempo de vida útil, além de boa estabilidade térmica, segurança e tolerância aprimoradas em caso de sobrecarga ou superaquecimento. No Quadro 2 é listado as principais vantagens e desvantagens de cada tecnologia.

Quadro 2 - Comparação de tecnologias íon lítio

Tecnologia	Vantagens	Desvantagens
Lítio óxido de Cobalto ($LiCoO_2$) (LCO)	Alta densidade de energia Boa densidade de potência	Segurança e custo do cobalto
Níquel Cobalto Alumínio (NCA)	Altas densidade de potência e energia, alto ciclo de vida	Segurança
Níquel Cobalto Manganês (NCM)	Boas densidade de potência e energia, alto ciclo de vida	Segurança
Lítio Óxido de Manganês ($LiMn_2O_4$) (LMO)	Densidade de potência alta	Tempo de vida
Lítio íon fosfato ($LiFePO_4$) (LFP)	Segurança	Densidade de energia e tempo de vida

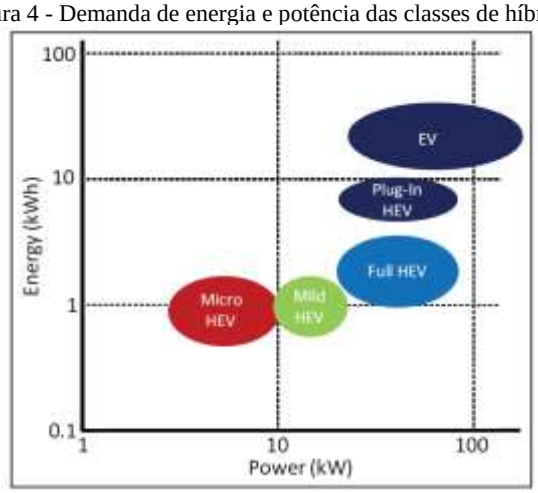
Fonte: Andwari (2017).

IV. APLICAÇÃO NOS VEÍCULOS ELÉTRICOS

As baterias passam a ter um papel importante com a introdução no mercado dos modelos de automóveis híbridos e elétricos, já que nesses veículos elas tornam-se a fonte de energia motriz do veículo. A necessidade de energia nesses veículos é cada vez maior, criando uma barreira para a tecnologia tradicional (bateria de chumbo-ácido), em que o Brasil dispõe de grande parque industrial. Esta dificuldade decorre do volume e, sobretudo, do peso dessas baterias, que não seriam aplicáveis aos veículos elétricos, embora haja espaço para aplicações em alguns tipos de híbridos. Surgem, então, como provável tecnologia dominante, as baterias de íon-lítio, mais leves e com maior densidade energética.

Os veículos elétricos e híbridos são, em geral, classificados conforme seu grau de hibridização. À medida que esse grau aumenta, maior é a potência requerida pelo sistema, o que provoca o descarte de determinadas tecnologias para algumas aplicações. A figura 4 a seguir, mostra a necessidade de cada modelo de veículo híbrido em relação a demanda de energia e potência requerida.

Figura 4 - Demanda de energia e potência das classes de híbridos



Fonte: Budde-Meiwes (2013).

ISSN 1809-3957

V. CLASSIFICAÇÃO DOS HEV E TECNOLOGIA DE BATERIAS

5.1 - Veículos Micro Híbridos (Micro-Hybrid)

O primeiro modelo de hibridização são os veículos micro híbridos. Veículos com um motor de combustão convencional equipados com opções para reduzir as emissões de CO_2. A função *stop-start*, que está disponível no mercado há vários anos, é amplamente conhecida. O motor de combustão é desligado quando o motor está em estado inativo e nos semáforos. Durante o desligamento do motor, a bateria assume todos os requisitos elétricos. Na maioria dos carros, o motor volta a funcionar quando o motorista pressiona a embreagem. O sistema funciona no formato do híbrido-paralelo, mas não há tração elétrica, apenas um auxílio ao motor a combustão (BUDDE-MEIWES, 2013).

5.2 - Veículos Meio Híbridos (Mild-Hybrid)

O veículo meio híbrido oferece as mesmas funções que o veículo micro híbrido, a diferença é que já possui um pequeno motor elétrico auxiliar, o qual desempenha uma função extra de impulsionar o sistema de transmissão durante o período transiente entre mudanças de marchas, fornecendo torque adicional e compensando o atraso na resposta do torque do MCI, causada pela inércia mecânica. Assim como nos veículos micro híbridos, a bateria é carregada apenas durante a condução. Isso ocorre quando a velocidade é reduzida (frenagem regenerativa) pelo gerador ou quando a energia de recarga é fornecida ativamente pelo MCI através do alternador.

Segundo a Associação Alemã de Fabricantes Eletroeletrônicos, essa aplicação se caracteriza como de alta potência já que bateria deve ser dimensionada de forma a atender adequadamente aos requisitos de energia tanto do motor elétrico quanto de diversos sistemas eletrônicos, exigindo-se pelo menos baterias de 48V capazes de trabalharem com um nível mínimo de SoC entre 40% a 60% (mais baixo se comparado ao modelo micro híbrido, já que a exigência de potência e energia é maior).

5.3 - Veículos Híbridos Completos (Full-Hybrid)

Os veículos híbridos completos combinam as características de um veículo totalmente elétrico e um veículo convencional com um MCI, já que apresenta ambos os motores elétricos e mecânico capazes de moverem o eixo do veículo.

Geralmente, dois conceitos básicos diferentes podem ser realizados para integrar o MCI e motor elétrico ao trem de força, o modelo em série e o paralelo. Nos projetos de trem de força em série, o MCI é usado para alimentar mecanicamente um gerador, o qual fornecerá potência elétrica para motor através de um conversor. Essa configuração é vantajosa pelo fato de possibilitar o MCI a trabalhar em estados bem definidos: ligado em alta ou em baixa potência e desligado, melhorando a eficiência isolada do MCI (trabalha próximo a região ótima do motor) e diminuindo as emissões de combustão incompleta. A bateria fica responsável pela tração no meio urbano com paradas e retomadas sucessivas, as quais podem ser usadas para recarga por frenagem regenerativa.

Já o projeto do trem de força paralelo permite que o MCI transfira a energia mecânica através da caixa de engrenagens diretamente para as rodas (acoplamento mecânico) e, além disso, pode recarregar a bateria (através da frenagem regenerativa para manter o baixo nível SoC). A ineficiência de converter energia mecânica em eletricidade é eliminada, aumentando a eficiência desses híbridos nas rodovias (funcionamento puramente mecânico). A contrapartida, porém, é a piora no desempenho urbano e maior emissão de CO_2. Este é o conceito usado por veículos híbridos completos, mas também nos veículos híbridos plug-in.

Os veículos híbridos completos contam com uma maior assistência de potência durante a aceleração, por possuírem motores elétricos mais robustos capazes de fornecer torque adicional.

O sistema de bateria é usado quando a alta potência é necessária ou a eficiência do motor de combustão é baixa. Devido a essa característica, apenas baterias de íon lítio de 300 V a 400 V de tensão são adequadas para esse *design*.

5.4- Veículos Híbridos Plug-in (Plug-in Hybrid)

Nessa modalidade de híbrido, o carregamento da bateria pode ser realizado também através de conexão com a rede. Portanto, a autonomia de condução elétrica pura é maior do que em veículos totalmente híbridos (geralmente entre 20 km a 50 km), devido a maior disponibilidade de oferta energética. Quando a bateria está em um nível de SoC de aproximadamente 20%, o MCI funciona como a fonte de energia. Deste ponto em diante, o carro se comporta principalmente como um veículo híbrido completo até que o veículo seja conectado a rede e recarregado.

Todos os componentes do sistema de tração (exceto o MCI) e o sistema elétrico a bordo de um veículo híbrido em série são semelhantes aos dos veículos totalmente elétricos. Segundo Zhang (2019), tanto híbridos completos quanto plug-in também apresentam um sistema inteligente da gestão de energia ajustando a fonte de energia de tração mais adequada.

5.5 - Veículos Elétricos (Eletric Vehicles)

Os veículos elétricos são exclusivamente acionados eletricamente e operam completamente sem um MCI. Devido às atuais limitações tecnológicas, sendo a mais importante a baixa autonomia de quilometragem, porém como 90% de todas as viagens são inferiores a 100 km por dia, uma autossuficiência para essa distância é aceitável para a maioria das aplicações, especialmente para usos urbanos de mobilidade ou comercial. Assim, o veículo elétrico é mais adequado para viagens diárias da casa para o trabalho (porque essa distância é bem conhecida) e como um segundo carro para as famílias. Segundo a Associação Alemã de Fabricantes Eletroeletrônicos (*German Eletrical and Eletronic Manufacturers Association*), os veículos elétricos para passageiros contam com motores elétricos que variam entre 60 kW a 180 kW, operando em tensões que variam de 400V a 800V. Tais requisitos definem uma aplicação de alta potência e energia, as quais apenas baterias de íon lítio são capazes de suprir.

Segundo Budde-Meiwes (2013), para alcances maiores que 100 km, exigiriam uma bateria maior, mas, como os custos e o peso também aumentariam, equipar veículos elétricos com baterias maiores não é economicamente eficiente.

A Tabela 1 apresenta um resumo das caraterísticas dos diferentes modelos automotivos discutidos na seção e a tecnologia de bateria aplicada a cada classificação de híbrido.

ISSN 1809-3957

Tabela 1 – Valores obtidos durante os testes

Tipo	Potência típica do motor elétrico	Bateria
MCI	Não tem	SLI
Micro híbrido	Não tem	EFB ou AGM
Meio híbrido	10 kW a 20 kW	AGM ou Íon-Lítio
Híbrido completo	30 kW	Íon-Lítio
Híbrido plug-in	50kW	Íon-Lítio
Puramente elétrico	90kW	Íon-Lítio

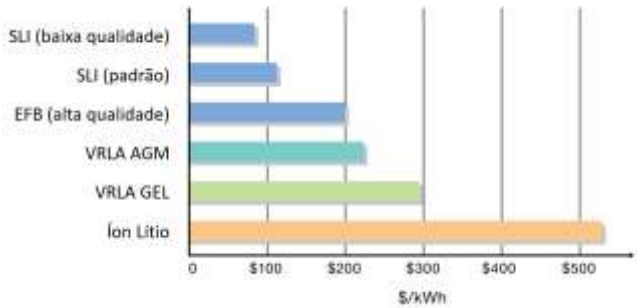
Fonte: Castro (2016).

VI. CENÁRIO ECONÔMICO

Fontes de energia comercialmente viáveis são um fator limitante para permitir o estabelecimento e aplicação de avanços tecnológicos. Da mesma forma que o MCI se estabeleceu devido a disponibilidade dos combustíveis fósseis, o surgimento dos veículos híbridos e elétricos só foi possível devido ao desenvolvimento de melhores acumuladores de energia, o qual foi impulsionado por um desejo global de reduzir as emissões de carbono e romper com a matriz energética tradicional. A indústria automotiva busca limitar seu impacto ambiental, mas ao mesmo tempo tornar a mobilidade elétrica viável do ponto de vista econômico, sendo o investimento em desenvolvimento de novos projetos de baterias de íon lítio, a principal solução a curto e médio prazo.

Segundo Geoffrey (2018), a bateria de chumbo-ácido pode ser considerada uma *commodity*, com processos de fabricação já bem otimizados, diminuindo custos com uma cadeia produtiva que se retroalimenta através da reciclagem do dispositivo. A Figura 5 apresenta os custos em dólares do kWh de cada tecnologia, as baterias de íon-lítio chegam a custar o dobro de alguns modelos de chumbo ácido.

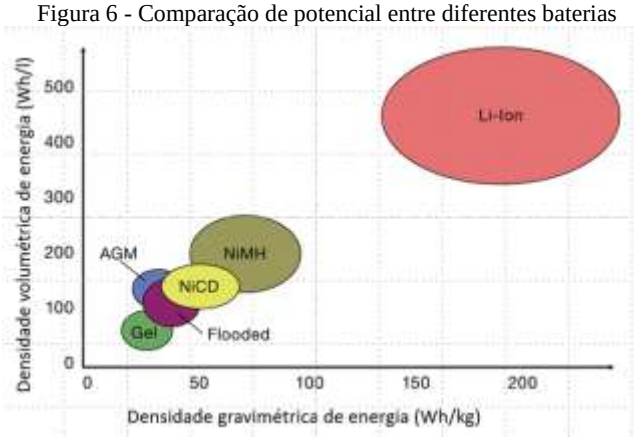
Figura 5 - Custo inicial por capacidade de tecnologia



Fonte: O'Connor (2017).

Porém a escolha do modelo de íon lítio justifica-se quando se analisa as caraterísticas especificas da tecnologia e sua possibilidade de maior entrega de energia e potência, o que se traduz numa melhor relação custo-benefício. Segundo O´Connor (2017) baterias de íon-lítio representam cerca de um terço da massa e metade do volume quando comparadas a modelos de bateria de chumbo-ácido (EFB, AGM e GEL). A Figura 6 mostra um comparativo entre as propriedades especificas de diferentes tecnologias, no qual podemos ver a superioridade das baterias de lítio.

Figura 6 - Comparação de potencial entre diferentes baterias

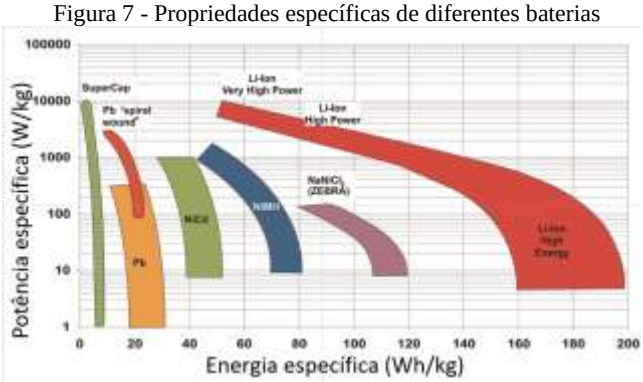


Fonte: O'Connor (2017).

Além da maior densidade de energia, a densidade de potência também é essencial para mobilidade elétrica, já que motores elétricos e todo os sistemas exigem altas entregas de potência. Segundo Budde-Meiwes (2013), geralmente são características antagônicas, porém de acordo com ajuste de composição química do cátodo melhores balanços entre potência e energia específica podem ser conseguidos. O uso combinado de baterias e supercapacitores também se mostra como uma alternativa.

Na Figura 7, pode-se novamente observar que a faixa de atuação das diferentes configurações de baterias íon lítio oferece maiores níveis de potência e energia do que outras tecnologias, pela mesma quantidade de massa de bateria.

Figura 7 - Propriedades específicas de diferentes baterias



Fonte: Budde-Meiwes (2013).

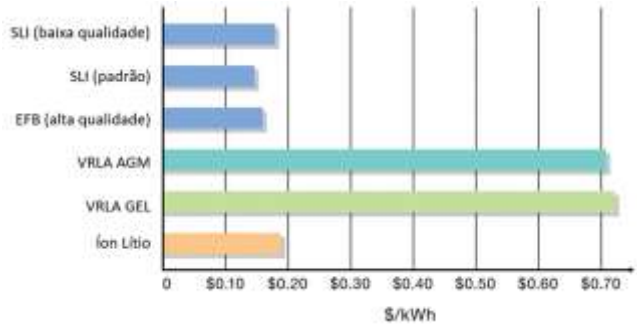
Ge, *et al*. (2021), também cita como vantagens das baterias de íon-lítio a alta tensão de saída, o ciclo de vida longo, a alta densidade de energia, a baixa taxa de autodescarga e a ampla faixa de temperatura de operação, o que satisfaz o modo frequente utilizado em terminais portáteis, veículos elétricos, aeroespacial e outros campos. Ge, *et al*. (2021), também alerta sobre a importância de uma manutenção adequada das baterias de íon-lítio nos veículos elétricos, como prevenção de incêndios e explosões.

Segundo Budde-Meiwes (2013) tais características levam as baterias de íon lítio a oferecerem um maior número de ciclos úteis, com maior profundidade de descarga (DoD) e ao mesmo tempo, operando em altas taxas de corrente. Segundo O´Connor (2017), as baterias de chumbo-ácido perdem ciclos úteis se forem descarregadas abaixo de 50% do seu SoC, enquanto as baterias de íon-lítio podem ser descarregadas até 80% SoC, sem danos a longo prazo. Desse modo, quando analisamos os custos de maneira qualitativa (Figura 8), considerando-se o número de ciclos oferecidos pela bateria, a de íon lítio mostra-se rentável já

ISSN 1809-3957

que seu custo por ciclo se vida de aproxima do custo de baterias de chumbo ácido EFB.

Figura 8 – Custo por total por ciclo de vida



Fonte: O'Connor (2017).

Segundo Berckmans (2017) e Yang *et al*. (2021), o ponto chave para a diminuição dos custos absolutos é o preço dos materiais envolvidos no cátodo já que ao se analisar a estrutura de custos do cátodo mais empregado nos carros híbridos e elétricos, o NMC, percebe-se que ele tem a maior participação na estrutura de custo, representando 28% do total (Figura 9).

Figura 9 - Estrutura de custos de uma célula NMC

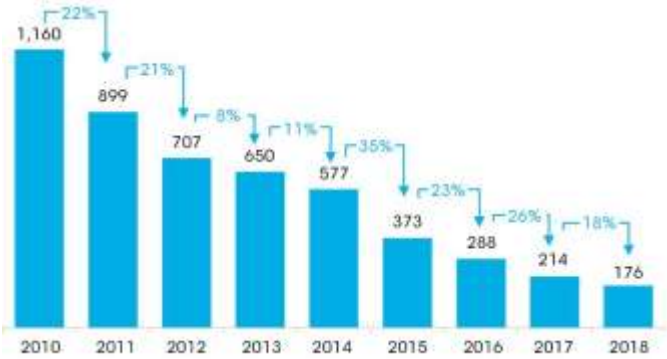
Fonte: Berckmans (2017).

Segundo Baes (2018), a crescente dependência do armazenamento de baterias está impulsionando uma grande demanda - no geral, espera-se que aplicações de baterias se tornem um mercado de mais de US $ 90 bilhões até 2025. Com uma maior demanda, a capacidade de mineração e refino de metais como lítio, cobalto e níquel tem se desenvolvido e cada vez mais empresas estão entrando nesse mercado, o que aumenta a competitividade entre os fornecedores, reduzindo-se o preço das matérias primas e consequentemente das baterias. Segundo Goldie-Scot (2019) esse fenômeno já pode ser observado ao se analisar o preço do volume médio de um conjunto células de íon lítio.

Na Figura 10 pode-se observar uma redução de 85% do preço em dólares do kWh entre 2010 e 2018.

Segundo a análise do Deutsche Bank, a redução do preço das baterias de íon lítio favorece o barateamento de toda a cadeia de produtos a qual são aplicadas. Os investimentos globais na cadeia de fornecimento e a necessidade de baterias mais baratas impulsionarão o consumo tanto de veículos elétricos (estima-se que as vendas de EV cresçam para mais de 16 milhões de unidades até 2025) quanto de sistemas estacionários.

Figura 10 - Preço médio do volume médio de um conjunto de células íon lítio



Fonte: Goldie-Scot (2019) – Bloomberg NEF.

Na Figura 11 podemos perceber a redução de preços dos últimos 10 anos e a projeção para 2020.

Figura 11 - Custos do kWh de sistemas em USD.

Fonte: Deutsche Bank (2016).

O que se faz necessário também para redução no custo da produção da bateria é uma maior sustentabilidade no seu ciclo de vida, segundo Yang *et al*. (2021), somente quando uma indústria busca pro ativamente a meta de sustentabilidade usando a abordagem e tecnologias inspiradas na sustentabilidade, ela alcançará a verdadeira sustentabilidade da indústria.

O Brasil é um grande produtor de Li, Mn, Ni e grafite (USGS, 2020), várias empresas nacionais já declararam a intenção de produzir baterias de íon lito automotiva (ZAPAROLLI, 2020), acontecendo esse desenvolvimento de produção nacional, afetará diretamente as exportações de matérias-primas. Além disso, a falta de dados locais (por exemplo, quantidades de baterias e disponibilidade de material para reciclagem) consiste em um obstáculo para a criação e melhoria de sistemas de gestão local (CASTRO, CUTAIA E VACCARI, 2021).

A identificação de particularidades locais que podem afetar o fluxo de materiais e os impactos ambientais ao longo do ciclo de vida das baterias de íon lítio, bem como receitas / custos de gestão, é útil para os estrategistas políticas e profissionais definirem as melhores estratégias de gestão (AI *et al*., 2019; RAJAEIFAR *et al*., 2020). O Brasil, ainda carece de diretrizes sobre como gerenciar adequadamente as baterias. Até o momento, o país não possui uma lei que defina metas de coleta e reciclagem para esse tipo de resíduo (CASTRO, CUTAIA E VACCARI, 2021).

ISSN 1809-3957

VII. CONCLUSÃO

Com a responsabilidade mundial da redução da poluição ambiental aliado ao desenvolvido e inserção do veículo elétrico, a bateria passa a ter uma importante incumbência neste cenário, aumentar cada vez mais a autonomia dos veículos elétricos.

Para que este objetivo seja alcançado com eficiência tecnológica e econômica, é importante saber qual o grau de hibridização do veículo onde a bateria será inserida porque cada grau exige uma quantidade de energia específica para seu bom funcionamento.

Diante do exposto acima, conclui-se que, a bateria de íon lítio é a tecnologia que se destaca diante do cenário atual, pois é a que apresenta maior energia específica, menor custo de produção e supre motores de maior potência. Outro ponto positivo com relação as baterias de íon lítio, com a comprovação da eficiência da tecnologia e o investimento em pesquisa e aprimoramento por grande parte das indústrias de produção de baterias automotivas, o custo da fabricação de um conjunto de células íon lítio está reduzindo ano a ano, o que projeta um êxito na inserção de veículos elétricos na matriz de transporte.

No Brasil, há uma necessidade urgente de uma política pública para o desenvolvimento das baterias de íon lítio, já que é um país de exportação da matéria prima do produto. É necessário alinhar o tramite da exportação, com o desenvolvimento da indústria nacional, alinhado a lei que definam metas de coleta e reciclagem para o resíduo do produto.

VIII. REFERÊNCIAS

AI, Ning; ZHENG, Junjun; CHEN, Wei-Qiang. U.S. end-of-life electric vehicle batteries: dynamic inventory modeling and spatial analysis for regional solutions. **Resources, Conservation and Recycling**, [S.L.], v. 145, p. 208-219, jun. 2019. Elsevier BV.

ANDWARI, Amin Mahmoudzadeh *et al*. A review of Battery Electric Vehicle technology and readiness levels. **Renewable and Sustainable Energy Reviews,** v. 78, p. 414-430, 2017.

BAES, Kurt *et al*. Future of Batteries: Winner takes all?. **Arthur D. Little**, p. 6 -20; Bruxelas, 2018.

BERCKMANS, Gert *et al*. Cost projection of state of the art lithium-ion batteries for electric vehicles up to 2030. **Energies**, v. 10, n. 9, p. 1314, 2017.

BUDDE-MEIWES, Heide *et al*. A review of current automotive battery technology and prospects. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part D: **Journal of Automobile Engineering**, v. 227, n. 5, p. 761-776, 2013.

CASTRO, Francine Duarte; CUTAIA, Laura; VACCARI, Mentore. End-of-life automotive lithium-ion batteries (LIBs) in Brazil: prediction of flows and revenues by 2030. Resources, **Conservation and Recycling**, [S.L.], v. 169, p. 105522, jun. 2021. Elsevier BV.

CROMPTON, T. R**. Battery Reference** Book, 3-ed, Newnes. 2000.

DEHGHANI-SANIJ, A. R. *et al*. Study of energy storage systems and environmental challenges of batteries. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 104, p. 192-208, 2019.

GE, Ming-Feng; LIU, Yiben; JIANG, Xingxing; LIU, Jie. A review on state of health estimations and remaining useful life prognostics of lithium-ion batteries. **Measurement**, [S.L.], v. 174, p. 109057, abr. 2021. Elsevier BV.

GOLDIE-SCOT, L. **A Behind the Scenes Take on Lithium-ion Battery Prices**—Bloomberg NEF. 2019. Disponível em: < https://about. bnef. com/blog/behind-scenestake-lithium-ion-battery-prices>. Acesso em: 31 de out. 2019.

ISLAM, M. Saiful; FISHER, Craig AJ. Lithium and sodium battery cathode materials: computational insights into voltage, diffusion and nanostructural properties. **Chemical Society Reviews**, v. 43, n. 1, p. 185-204, 2014.

MAY, Geoffrey J.; DAVIDSON, Alistair; MONAHOV, Boris. Lead batteries for utility energy storage: A review. **Journal of Energy Storage,** v. 15, p. 145-157, 2018.

MENG, Jinhao *et al*. Lithium-ion battery state-of-health estimation in electric vehicle using optimized partial charging voltage profiles. **Energy,** v. 185, p. 1054-1062, 2019.

NITTA, Naoki *et al*. Li-ion battery materials: present and future. **Materials today**, v. 18, n. 5, p. 252-264, 2015.

O'CONNOR, Joeseph P. Battery showdown: Lead-acid vs. lithium-ion. **An excerpt from:** Off Grid Solar: A handbook for Photovoltaics with Lead-Acid or Lithium-Ion batteries. Medium. 2017. Disponível em: < https://medium.com/solar-microgrid/battery-showdown-lead-acid-vs-lithium-ion-1d37a1998287>. Acesso em: 13 ago. 2019.

RAJAEIFAR, M.A., HEIDRICH, O., GHADIMI, P., RAUGEI, M., Wu, Y., 2020. Sustainable supply and value chains of electric vehicle batteries. **Resour**. Conserv. Recy. 161, 104905

SABERI, Behzad. **The role of the automobile industry in the economy of developed countries.** Int. Rob Auto J. 2018;4(3):179–180. DOI: 10.15406/iratj.2018.04.00119

USGS, 2020. **Mineral Commodity Summaries 2020**. U.S. Geologic. Surv. https://doi.org/10.3133/mcs2020.

YANG, Yue; OKONKWO, Emenike G.; HUANG, Guoyong; XU, Shengming; SUN, Wei; HE, Yinghe. On the sustainability of lithium ion battery industry – A review and perspective. **Energy Storage Materials**, [S.L.], v. 36, p. 186-212, abr. 2021. Elsevier BV.

ZAPAROLLI, Domingos. Grafeno made in Brasil (Graphene made in Brazil). **Revista Pesquisa Fapesp.** Ed. 291, p.74–77, mai.2020.

ZHANG, Fengqi *et al*. Energy management strategies of econnected HEVs and PHEVs: Recent progress and outlook. **Progress in Energy and Combustion Science**, v. 73, p. 235-256, 2019.

IX. COPYRIGHT

Direitos autorais: Os autores são os únicos responsáveis pelo material incluído no artigo.

DOI: https://doi.org/10.29367/issn.1809-3957.16.2021.184.29

Revista SODEBRAS – Volume 16
N° 184 – ABRIL/ 2021

A URBANIDADE DA HIGIENE OCUPACIONAL NA ERA DIGITAL E O NEGACIONISMO SOCIAL DA ANTECIPAÇÃO E PREVENÇÃO

THE URBANITY OF OCCUPATIONAL HYGIENE IN THE DIGITAL AGE AND THE SOCIAL NEGATIONISM OF THE ANTICIPATION AND PREVENTION

DIEGO JOSÉ RODRIGUES MARQUES[1]; JEAN CARLOS LOURENÇO COSTA[2];
ROQUE ANTÔNIO DE MOURA[1,2,3]; MESSIAS BORGES SILVA[3,4]
1-UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ; 2-FACULDADE DE TECNOLOGIA SÃO JOSÉ DOS CAMPOS;
3-UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"; 4-EEL-USP LORENA
diego.jrmarques@unitau.br; jean.costa4@fatec.sp.gov.br;roque.moura@fatec.sp.gov.br;
messias.silva@unesp.br

Resumo - Na antecipação e prevenção de riscos, a qualidade das medidas tomadas e como são assimiladas são determinantes. Nesse contexto, este artigo objetivou refletir explorando o tema negacionismo, pois não há prevenção sem reconhecimento. Mesmo contando com as novas tendências tecnológicas, a prevenção fracassará se o risco não for reconhecido, quanto a exposição, natureza e sensibilidade individual. A metodologia contou com um estudo bibliográfico e analogia sobre o tema Covid-19 e suas medidas de controle e prevenção. O resultado é uma reflexão que sem reconhecimento não há prevenção. Conclui-se que mesmo com tecnologia móveis, acessíveis e ampla divulgação para se atuar na erradicação do negacionismo de uma minoria que insiste em confundir os menos esclarecidos e obstar o papel de prevenção da higiene e saúde ocupacional, os riscos persistem por não serem unanimemente reconhecidos.

Palavras-chave: Riscos. Prevenção. Negacionismo. Covid-19.

Abstract - In anticipating and preventing risks, the quality of the measures taken and how they are assimilated are crucial. In this context, this article aimed to reflect by exploring the theme of negationism, because there is no prevention without recognition. Even with the new technological trends, prevention will fail if the risk is not recognized, in terms of exposure, nature and individual sensitivity. The methodology included a bibliographic study and an analogy about Covid-19 and its control and prevention measures. The result is a reflection that without recognition there is no prevention. It is concluded that even with mobile, accessible technology, wide dissemination to eradicate the negationism of a minority that insists on confusing the less enlightened and hindering the role of prevention of hygiene and occupational health, the risks still persist because they are not unanimously recognized.

Keywords: Risk. Prevention. Negationism. Covid-19.

I. INTRODUÇÃO

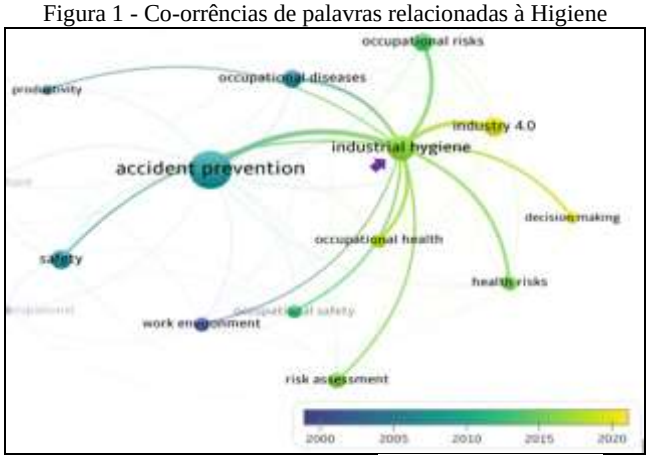
Higiene é uma palavra originária do grego e que mitologicamente, deriva-se do nome da deusa grega Hygeia, uma das filhas de Asclépio, o deus grego da medicina (GONZÁLEZ e CAMEJO, 2015).

A higiene e saúde correlacionam-se com os riscos e as formas de controlar, avaliar, reconhecer e atuar visando o bem-estar humano continuadamente expostos à ambientes, laboral ou convívio social, aos riscos ambientais como por exemplo aos agentes físicos, químicos e biológicos bem como o transporte, manuseio e armazenamento dos produtos ou substâncias agressivas, insalubres e perigosas, que são minimizadas com o uso de equipamentos de proteção (CARDELLA, 2016).

Ocupando-se de antecipar, reconhecer, avaliar e controlar os riscos originados nos postos laborais, a higiene busca mitigar os agentes nocivos que prejudicam o bem-estar dos trabalhadores em suas organizações e o possível impacto nas comunidades em torno (ACGIH, 1973).

Segundo Cardella (2016), o termo higiene popularizou-se nos anos 70 após a publicação do "*occupational safety and health act*", com intuito de proteger a saúde dos trabalhadores da indústria e através desta, criar formas e programas, essenciais para o registro, controle, reconhecimento, inspeção e a fiscalização do trabalho. A Figura 1 ilustra a rede de palavras chaves correlacionadas a higiene e seu campo de atuação. As cores nas marcações das palavras-chaves simbolizam o ano de publicação.

Figura 1 - Co-orrências de palavras relacionadas à Higiene



Fonte: *Software* desenvolvido por Eck e Waltman (2020).

Em conformidade com Organização Mundial de Saúde (OMS), a higiene ocupacional ou do trabalho, procura identificar e enfrentar nos ambientes, os riscos ambientais e psicossociais presumindo sua nocividade e limitando os

esforços requeridos, embasada na sensibilidade e limites técnicos, anatômicos, fisiológicos e psicológicos que colocam em risco a convivência humana (OMS, 2020). Os Estados Unidos ao reconhecerem o importante papel e ações de prevenção para cuidar da saúde populacional, criaram Instituições conforme Quadro 1.

Quadro 1 - Instituições criadas nos EUA e sua ocupação

Sigla	Ocupação	Ano
ACGIH	American Conference of Governmental Industrial Hygienists	1938
AIHA	American Industrial Hygiene Association	1939
OSHA	Occupational Safety and Health Administration	1970
NIOSH	National Institute for Occupational Safety and Health	1970

Fonte: Elaborado pelo Autor (2021).

1.1 – Urbanidade da higiene ocupacional

Segundo Michaelis (2021), a urbanidade, qualidade ou característica de ser urbano, é um conjunto de preceitos de civilidade que revelam boas maneiras e respeito nos relacionamentos sociais e na forma de agir. Dessa forma, a urbanidade da higiene ocupacional confronta o negacionismo social da antecipação e prevenção, prevendo que o não reconhecimento nos grandes centros urbanos onde há uma experiência maior da vida social, impedem a prevenção, antecipação e o afastamento dos riscos.

Segundo Camisassa (2020), como agente de ação, a higiene ocupacional tem como uma das premissas antecipar introduzindo formas seguras para eliminar ou reduzir situações prejudiciais no posto de trabalho. Nessa linha, os empresários antes precisam reconhecer que controlar os riscos é menos oneroso do que arcar com altas indenizações (ACGIH, 1973).

1.2 – Negacionismo dos riscos e suas ameaças

O termo negacionismo tornou-se conhecido no mundo ocidental no pós-guerra, ao ser postulado por autoridades e lideranças. Estranhamente, negar a realidade comprovada, tem sido uma forma de fugir da verdade desconfortável. Na ciência, o negacionismo rejeita conceitos básicos, incontestáveis e comprovados cientificamente, as substituindo por ideologias sem comprovação (VALIM e AVELAR, 2020).

O negacionismo, presente na história da humanidade, está entre as definições dos higienistas e engenheiros de segurança, como um tema recorrente, ao se negar, uma realidade cientificamente comprovada, como por exemplo o levantamento realizado pela Organização Mundial da Saúde (OMS) sobre as ameaças à saúde humana e, dentre elas, o medo da vacina, propulsor do ato ou consequências do movimento antivacina (MORALES, 2021).

Antecipar significa identificar e reconhecer os potenciais riscos e perigos à saúde, antes que um determinado processo industrial seja implementado ou modificado, ou que novos agentes geradores de riscos sejam introduzidos no ambiente (ABHO, 2019).

Segundo Morales (2021), o negacionismo não escolhe faixa etária, condição econômica e nem escolaridade, pois, para agravar, no Brasil, no Estado de São Paulo, em meio a paralisação total das atividades não essencias (*lockdown*), grupos contrários ao afastamento social promovem em ambientes urbanos, aglomerações sem uso de máscaras e desrespeitando o isolamento social, por exemplo, como aglomeração ocorrida envolvendo celebridade do futebol em um cassino clandestino, conforme ilustra a Figura 2.

Figura 2 - Negacionismo ao risco de contágio biológico

Fonte: Uol (2021).

1.3 - O papel da higiene na era digital

A era digital, originada na quarta revolução industrial conceitualmente referida como Indústria 4.0, integra as esferas física, digital e biológica através da Internet das Coisas (IoT), Sistemas Ciberfísicos (CPS), Inteligência Artificial (AI), robótica e biotecnologia, sendo uma importante ferramenta digital para enfrentar os desafios de divulgar, prevenir e manter atualizado os indivíduos em tempo real (COTET, BALGIU e ZALESCHI, 2017).

Segundo Wellington e Ramesh (2018), o meio digital, pode ser usado como tecnologia para conectar sistemas, pessoas e nações, facilitando o acompanhamento das ações, protocolos e técnicas a serem utilizadas, informando as pessoas e, em seguida, os níveis de serviços de emergência, como ambulância, profissionais da saúde, serviços de resgate e auxílio policial. Porém, mesmo com tecnologia móveis, acessíveis e ampla divulgação o papel de prevenção da higiene e saúde ocupacional, fracassará se não forem reconhecidos.

II. METODOLOGIA

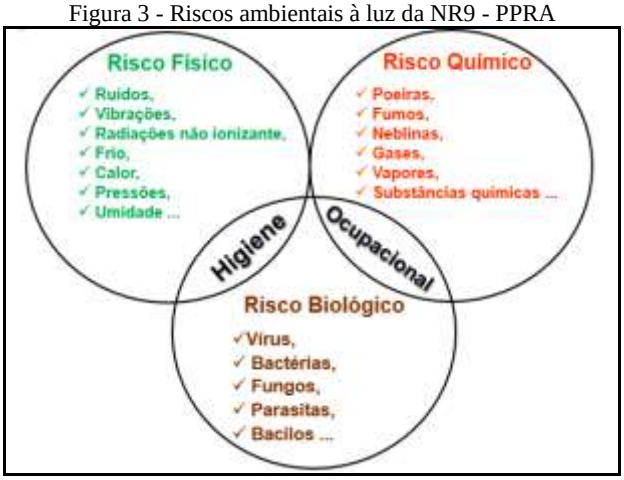
O método adotado contou com uma pesquisa bibliográfica na base de dados Scopus e mídias digitais quanto ao comportamento de não reconhecer os riscos envolvidos nas atividades propostas.

2.1 - Riscos ambientais da Norma Regulamentadora (NR) 09

No reconhecimento analisa-se o ambiente do indivíduo, até identificar os agentes lá existentes e os riscos potenciais associados, seguido de uma micro avaliação por medições e monitoramento e após o reconhecer, buscar controlar visando eliminar ou neutralizá-lo desde do labor até a vida pessoal do indivíduo, considerando, conforme ilustra a Figura 3, o programa de prevenção de riscos ambientais (PPRA) e a relação mais comum dos agentes físicos, químicos e biológicos que ameaçam e afetam os seres humanos (HYGIENISTS, 2013; CAMISASSA, 2020).

ISSN 1809-3957

Figura 3 - Riscos ambientais à luz da NR9 - PPRA



Fonte: Adaptado pelo Autores (2021).

III. RESULTADOS E DISCUSSÃO

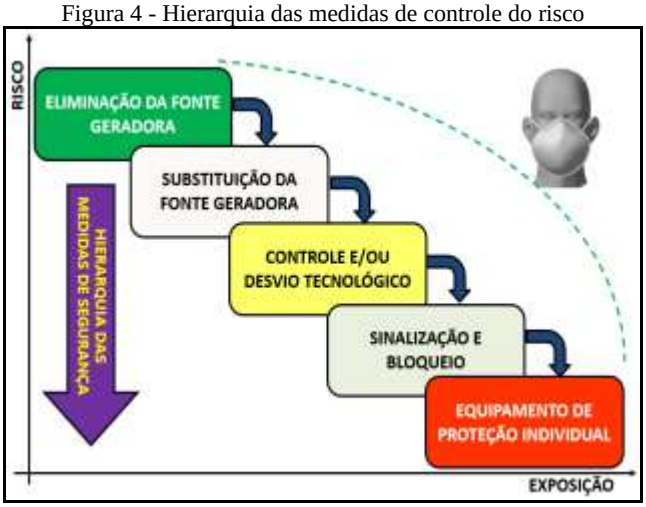
Com base no reconhecimento como um gatilho para buscar a prevenção, a análise prévia relacionado aos aspectos e impactos de segurança e saúde ocupacional, deve manter uma estreita relação com projetos, processos ou novas instalações, envolvendo contratados, terceiros, fornecedores e outros prestadores de serviços (HYGIENISTS, 2013).

3.1 - Riscos e sua hierarquia de controle sem negacionismo

Segundo Camisassa (2020), o papel da higiene na antecipação, influencia diretamente no reconhecimento dos riscos, sua avaliação e forma de neutralização através da implementação de planos preventivos ou corretivos, controle dos equipamentos sob o ponto de vista de segurança e da saúde ocupacional.

O conceito de equipamento de proteção individual (EPI) as vistas da higiene ocupacional é o último recurso a ser utilizado na hierarquia das medidas de proteção e controle do risco, contudo, há conceito falho na sociedade de que uma organização que possua e disponibilize o maior número de EPI para seus empregados é uma organização segura, na contramão do conceito que EPI é a última das alternativas a ser adotada, se as anteriores falharam ou se tornaram inviáveis, conforme ilustra a Figura 4, tomando como analogia, a metodologia do uso de máscaras para conter a Covid-19.

Figura 4 - Hierarquia das medidas de controle do risco



Fonte: Adaptado pelo Autores (2021).

Na ação preventiva, é fundamental a gestão de risco, sem negacionismo da gravidade aliada a uma mudança cultural de aceitar e reconhecer se preciso com uma mudança comportamental.

3.2 - Riscos e seu fluxo com ou sem negacionismo

Este artigo se limitou aos riscos biológicos por ser um tema atual e com proporção mundial simultânea, tratando o negacionismo como universal, ao se requerer medidas de ordem particular, como mudança comportamental de afastamento social e a utilização de equipamento para proteção respiratória, na ânsia de mitigar a contaminação através das vias aéreas, como exemplicado pelo protocolo Covid 19.

Elencando sugestões para diversas situações e definições, que podem e devem ser desconhecidos, ora pelo empregador por razões econômicas, ora pelo empregado por receio ou incerteza de perder seu emprego, mas nunca, simultaneamente ou cumulativamente por ambos, é preciso olhar, por exemplo, o negacionismo acerca da pandemia Covid 19, os meios e formas como são utilizados o transporte público, necessitando assim, uma visão ampliada e profunda do problema real e risco eminente que pode causar ou vitimizar, como por exemplo, o atendimento tardio, que certamente resultará na falta de recursos, infraestrutura e profissionais especializados para o pronto atendimento, para aqueles que, tardiamente reconhecem terem sido afetados e se sintomáticos, ou pior, quem for infectado e se assintomático, agravar, pelo fato de continuarem como vetores, a propagação e gradação dos riscos.

Segundo a norma regulamentadora 09, o tratamento e prevenção dos riscos ambientais, tratam da monitoração dos agentes ambientais e a avaliação sistemática (quantitativa) destes agentes, em periodicidade determinada pela gradação de risco através da emissão do laudo técnico das condições do ambiente onde o indivíduo se encontra. Quando o risco é tolerável, não é necessária, muitas das vezes, monitoração constante, quando o risco é moderado, é recomendada a monitoração, porém, não obrigatória ao menos que indicada na avaliação de risco ocupacional por função (CARDELLA, 2016).

Nessa linha, há oportunidades para se avaliar o cenário das causas e não só dos efeitos, através dos aspectos físicos, cognitivos e organizacionais (MOURA, DE JESUS e SOUZA, 2019), conforme ilustra a Figura 5.

Figura 5 - Para neutralizar o risco e preciso antes reconhecer

Fonte: Elaborado pelos Autores (2021).

ISSN 1809-3957

Sugere-se, também as autoridades e higienistas, a necessidade de uma equipe multidisciplinar que invista esforços nas fases preliminares de concepção e detalhamento, de modo a obter o máximo de informação e antecipação, realizando mais iterações para uma rotina melhor e revisões para rapidamente criar um projeto ou corrigir. Atingindo efetivamente a parte vulnerável, os vitimizados (MOURA e MOURA, 2019).

Como reconhecimento e ponto positivo, salienta-se o engajamento da maior parte da população e a união continental, no sentido de buscar um enfrentamento aos riscos e minimizá-los, como por exemplo, no caso da Covid 19 que em um curto espaço de tempo, foram desenvolvidas as vacinas.

3.3 - Comportamento individual em prol do coletivo

Para prevenção coletiva é essencial a forma comportamental individual, ao buscar conhecer os riscos, lidar com habilidade e atitude frente as dificuldades no uso de equipamentos de proteção para valorizar a saúde e preservar o bem mais valioso, a vida. Nesse sentido, o Quadro 2 demonstra o acrônimo "CHAVES" que orienta o comportamento hígido individual em prol de um coletivo mais saudável, através da forma de agir, interrelacionar-se, divulgar e desenvolver ações socais prevencionistas.

Quadro 2 - Acrônimo "CHAVES"

Competências	Ação de prevenção individual para o bem-estar coletivo	Acrônimo
Conhecimento	Aprender as ameaças contidas nos riscos envolvidos.	**C**
Habilidade	Demonstrar que a prevenção é um meio, e não, o fim.	**H**
Atitude	Usar proteção para minimizar as ameaças dos riscos.	**A**
Valores	Agir de forma prudente e educativa se necessário.	**V**
Ética	Comportamento lícito, legal e seguro com urbanidade.	**E**
Sociabilidade	Praticar coletivamente a prevenção e seus protocolos.	**S**

Fonte: Elaborado pelos Autores (2021).

Do ponto de vista da prevenção, toda ação individual realizada no presente, prepara um futuro coletivo mais saudável, desde que se reconheça os males provenientes dos riscos envolvidos e se adote, mesmo que de forma amarga, medidas que o antecipem, o neutralize e o controle, como por exemplo, partindo da analogia da pandemia mundial da Covid 19 e sua hierarquia de medidas de controle previstas e já elencadas neste artigo.

IV. CONCLUSÃO

Este artigo, longe de esgotar o tema negacionismo, focou na literatura recente, restringindo-se ao risco ambiental biológico, mesmo que na urbanidade da higiene ocupacional, em plena era digital, abre espaço para uma reflexão ao se deparar com indivíduos que negam a antecipação e prevenção aos riscos, usando de ideologias sem qualquer comprovação, que nada acontecerá com ele ou com ela.

Evidência deste negacionismo, são as promoções de eventos e aglomerações nos grandes centros urbanos, que indesejavelmente, pelo momento pandêmico, contrariam as iniciativas preventivas e prevencionistas.

O sucesso em antecipar e prevenir qualquer tipo de risco, sempre dependerá de como são assimilados e reconhecidos, de forma individual, o perigo e as ameaças que contem, pois não há prevenção sem o reconhecimento.

Toda prevenção começa pelo individual, o Quadro 2, acrônimo "CHAVES" elenca ações e competências individuais em prol do bem-estar coletivo, elucidando a forma de agir, interrelacionar-se e divulgar as ações prevencionistas, refletindo sobre o papel do indivíduo no coletivo após reconhecer os riscos e facilitar a função da higiene ocupacional em zelar, educar, avaliar, cuidar e prevenir adotando procedimentos e protocolos que, embora momentaneamente possam ser amargos, são assertivos na forma de controlar e neutralizar as ameaças.

Ao expor uma visão de urbanidade, evidencia-se em grandes centros urbanos, o negacionismo e suas ações, ignorando-se as comprovações técnico-científicas. Nesse sentido a presença da higiene como prevenção da saúde coletiva, implica que os indivíduos reconheçam as ameaças e os riscos de se aglomerarem contrariando os procedimentos e os protocolos anti Covid. Nesse sentido, o papel da higiene ocupacional é propor medidas de controle a partir do reconhecimento dos riscos.

Conclui-se que, mesmo com tecnologias móveis, acessíveis e com alcance para ampla divulgação, na era digital da quarta revolução industrial, os riscos e suas ameaças persistirão se não forem unanimemente reconhecidos coletivamente.

V. REFERÊNCIAS

ABHO. **Associação Brasileira de Higienistas ocupacionais**. 2019. Disponível em: https://www.abho.org.br/ Acesso em 09.mar.2021.

ACGIH - **American Conference of Governmental Industrial Hygienists.** EUA. 1973. Disponível em https://www.acgih.org/ Acesso em 08.mar.2021.

CAMISASSA, M. Q. **Segurança e saúde no trabalho**: NRs 1 a 37 Comentadas e Descomplicadas. São Paulo: Editora Método, 2020. ISBN 978-8530989842.

CARDELLA, B. **Segurança no trabalho e prevenção de acidentes.** 2. ed. São Paulo: Editora Atlas, 2016.

COTET, G. B.; BALGIU, B. A.; ZALESCHI, V. C. 2017. **Assessment procedure for the soft skills requested by Industry 4.0**. In: MATEC Web Conf. 121 (2017), p. 07005. DOI: 10.1051/matecconf/201712107005.

ECK, N. J. V.; WALTMAN, L. (2020). **Vosviewer.** VOSviewer: Visualizing acientific landscapes. Disponível em: https://www.vosviewer.com/. Acesso em 14.abr.2021.

GONZÁLEZ L, J. E., CAMEJO M, Z. V. **Esclepios (Aesculapius) and his family in mythology and western medicine.** (2015) pp. 26-32. Disponível em: https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84946404678&partnerID=40&md5=b116f550f32bf8eba69bb60d0d2ed764

HYGIENISTS. **American Conference of Governmental Industrial.** Threeshold Limit Values (TLVs) and Biological

Expresure (BELs). Tradução ABHO (Associação Brasileira de Higienistas Ocupacionais. São Paulo: 2013.

MICHAELIS. 2021. **Dicionário Brasileiro Língua Portuguesa**. Dicionário online. Disponível em: https://michaelis.uol.com.br/busca?id=m8vd9. Acesso em 11.mar.2021.

MORALES, J. (2021). **Guia do Estudante.** Entenda as origens dos movimentos de negação da ciência Disponível em: https://guiadoestudante.abril.com.br/estudo/o-que-e-negacionismo-e-como-ele-apareceu-ao-longo-da-historia/ Acesso em 15.mar.2021.

MOURA, R. A.; DE JESUS, N. M. R.; SOUZA, R. S. Ergonomia e antropometria como ferramentas de vanguarda produtivas nas indústrias do futuro. **Revista Sodebras [on line].** vol. 14. n° 157, pp 109-112. Janeiro/ 2019. ISSN 1809-3957. DOI: https://doi.org/10.29367/issn.1809-3957.2019.157.

MOURA, R. A.; MOURA M. L. S. Aplicação da engenharia estrutural segura na montagem do veículo "baja" para aprendizado acadêmico e aprimoramento profissional dos discentes. **Revista Sodebras [on line].** vol. 14. n° 12, pp 31-36. junho/2019. ISSN 1809-3957. DOI: https://doi.org/10.29367/issn.1809-3957.14.2019.162.31

OMS. **Organização Mundial da Saúde.** Disponível em: OMS HINARI - Acesso à Rede Eletrônica de Pesquisa em Saúde (who.int) Acesso em 15.mar.2021.

UOL. **Universo On Line (2021).** Coluna de esporte do UOL por André Rocha 15/03/21. Disponível em: https://www.uol.com.br/esporte/colunas/andre-rocha/2021/03/15/gabigol-no-cassino-e-mais-um-triste-capitulo-do-negacionismo-no-flamengo.htm Acesso em 15.mar.2021.

VALIM, P.; AVELAR, A. S. **Negacionismo histórico:** entre a governamentalidade e a violação dos direitos fundamentais. 3 de setembro de 2020. Disponível em: https://revistacult.uol.com.br/home/negacionismo-historico/ Acesso em 15.abr.2021.

WELLINGTON, J.; RAMESH, P. 2017. **Role of Internet of Things (IoT) in disaster management**. Proceedings of 2017 International Conference on Innovations in Information, Embedded and Communication Systems, ICIIECS 2017.

VI. COPYRIGH

Direitos autorais: Os autores são os únicos responsáveis pelo material incluído no artigo.