

Análise da resistência de resíduos de ácido poliláctico (PLA) proveniente de impressão 3D

Covid -19 é um vírus que trouxe, para além dos problemas de saúde e número de óbitos, um impacto na convivência humana. O distanciamento social e as medidas de proteção foram soluções emergenciais que geraram problemas de ordem ambiental. Percebeu-se um incremento acelerado da utilização da impressão 3D na pandemia, aumentando a quantidade de resíduos sólidos provenientes do seu descarte, a exemplo dos polímeros de Poliláctico (PLA). Os resíduos sólidos causam danos ao meio ambiente, sendo a proposta desse artigo analisar a resistência mecânica do PLA quando submetidos a reciclagem por aquecimento e suas possíveis aplicações diante das necessidades desse novo cenário social.

Palavras-chave: Inclusão; Reciclagem; Resistência mecânica; COVID-19.

Analysis of the resistance of polylactic acid (PLA) residues from 3D printing

Covid-19 is a virus that has brought, in addition to health problems and number of deaths, an impact on human coexistence. Social distancing and protection measures were emergency solutions that generated environmental problems. An accelerated increase in the use of 3D printing in the pandemic was noticed, increasing the amount of solid residues from its disposal, such as lactic polyacid (PLA) polymers. Solid waste causes damage to the environment, and the proposal of this article is to analyze the mechanical resistance of PLA when submitted to recycling by heating and its possible applications in view of the needs of this new social scenario.

Keywords: Inclusion; Recycling; Mechanical resistance; COVID-1.

Topic: **Desenvolvimento, Sustentabilidade e Meio Ambiente**

Received: **06/02/2022**

Approved: **27/02/2022**

Reviewed anonymously in the process of blind peer.

Maria Eduarda Ramos Cavalcanti Rosa 
Universidade Federal de Campina Grande, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/0724721601919197>
<http://orcid.org/0000-0002-0288-9988>
dudah.cavalcanti@gmail.com

Viviane Farias Silva 
Universidade Federal de Campina Grande, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/5011520274887172>
<http://orcid.org/0000-0002-5891-0328>
flordeformosur@hotmail.com

Emanuel Pereira Soares 
Universidade Federal de Campina Grande, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/3557836810205502>
<http://orcid.org/0000-0002-6983-9889>
emanuel.pereira@ufcg.edu.br



DOI: 10.6008/CBPC2179-6858.2022.002.0018

Referencing this:

ROSA, M. E. R. C.; SILVA, V. F.; SOARES, E. P.. Análise da resistência de resíduos de ácido poliláctico (PLA) proveniente de impressão 3D.

Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais, v.13, n.2, p.198-205, 2022. DOI: <http://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2022.002.0018>

INTRODUÇÃO

A gestão e disposição inadequada dos resíduos sólidos, compreendidos como um material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade (PEREIRA et al., 2017), causam impactos socioambientais, tais como proliferação de vetores, que trazem doenças para a população (BESEN et al., 2010). Dentre elas, as mais comuns estão as infecções virais. Estima-se que em média, por ano, sejam identificados cerca de três novos vírus na população humana (WOOLHOUSE et al., 2012). COVID-19 é o novo vírus que atemoriza o mundo, e segundo Fioratti (2020), as pessoas infectadas por ele apresentam sintomas semelhantes ao da gripe, entretanto, pode levar à óbito. Em março de 2021, quando se completou um ano do primeiro caso de COVID-19 no Brasil, foram registradas mais de 318 mil mortes (JHU, 2021; DONG et al., 2020).

A grande propagação do vírus se dá devido ao fato deste necessitar de um hospedeiro, onde fica incubado por até duas semanas e permanece por dias de forma ativa no organismo humano, o que repercute em potencial transmissão aos familiares e principalmente aos profissionais da saúde e agentes dos serviços essenciais. Através das medidas de contingenciamento adotadas pelos órgãos de saúde tentando mitigar os impactos ocasionados pela pandemia, foram utilizados como por exemplo, o uso de máscaras e *face shield*, álcool gel 70% e distanciamento social, havendo como consequência o aumento na produção e no destarte de objetos de proteção e de suas embalagens, gerando mais resíduos sólidos (BROOKS et al., 2020; FERGUSON, 2020).

A impressão 3D, considerada como um agrupamento de tecnologias que envolve a manufatura aditiva, dando origem a produtos ou objetos em três dimensões (SOUZA et al., 2020), foi amplamente utilizada na produção de equipamentos de proteção, a exemplo da *face shield* (Figura 1) com sua estrutura de PLA - poli(ácido láctico), que apesar de biodegradável, possui degradação vagarosa e quando queimado de maneira inadequada, emite gás tóxico, podendo contaminar o meio ambiente (GATTI, 2018).

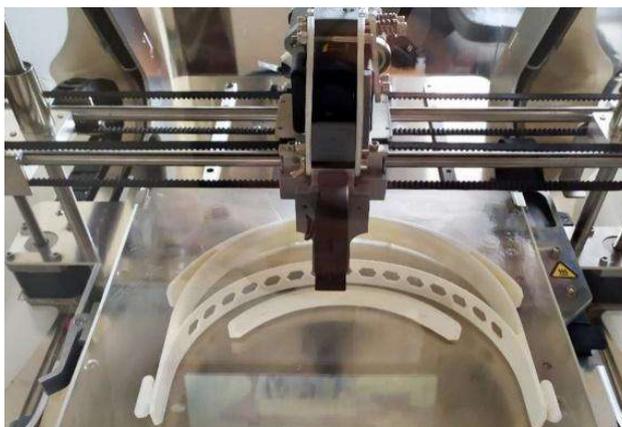


Figura 1: Produção de *face shield* através de impressão 3D.

O princípio de operação para se realizar uma peça de manufatura aditiva, consiste em depositar um material polimérico fundido, camada a camada, criando um objeto tridimensional com a geometria desejada. Entretanto, em grande parte dos processos pode haver a necessidade de adição de um material de suporte (Figura 2), que é um artifício que consiste em uma estrutura física (construída do mesmo material) para

suportar camadas superiores ao que a geometria da peça pode exigir (ABREU, 2017). Silva (2021) considera que grande parte dos processos necessitam de material de suporte, que é retirado manualmente e vira resíduo, mesmo sendo um material virgem e potencialmente reutilizável.

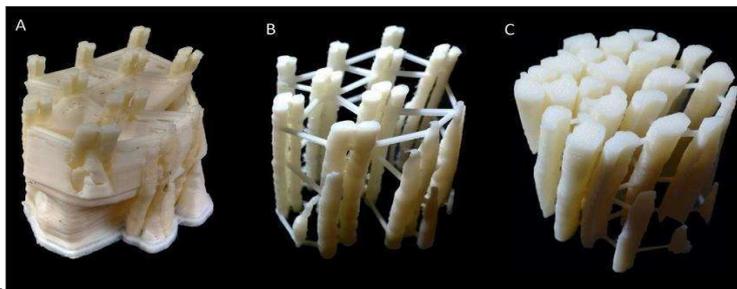


Figura 2: Modelos físicos impressos em 3D. Apenas o (a) construído com material de suporte.

Mesmo que os resíduos gerados pela manufatura aditiva sejam potencialmente menores quando comparados com a manufatura convencional (HUANG et al., 2015), estes resíduos ainda estão presentes e em certos casos em quantidades muito maiores que o desejado, devido a erros humanos e de máquinas (SONG et al., 2017), bem como a uma demanda não esperada, como foi o caso da Covid-19. Nesse contexto, a reutilização dos resíduos de PLA é fundamental, de modo a prolongar a vida útil do produto e as demandas sociais do novo cenário social.

MATERIAIS E MÉTODOS

A presente pesquisa foi realizada na Cidade de Campina Grande-PB. De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística o município conta com uma população estimada de 409.731 habitantes. Os resíduos de PLA foram adquiridos através do Labter 3D-NUTES, pois, o mesmo tornou-se bastante representativo no combate a Covid-19 no Estado da Paraíba, tendo este sido referência em âmbito Nacional.

O NUTES junto a empresa local DURAPLAST fabricaram mais de 55 mil protetores faciais destinados à proteção de pessoas e órgãos que atuam como atividades essenciais e combate ao Coronavírus. Desses 55 mil protetores, 2 mil foram confeccionados por impressão 3D e os outros 53 mil por injeção.

Sabendo que a forma do resíduo é uma avaliação importante e desejando-se a comparação dos materiais e seus comportamentos mecânicos, fez-se pertinente que eles fossem triturados numa mesma dimensão, no caso do projeto, obedecendo às dimensões de 0 - grãos.

Para confeccionar os corpos de prova utilizados nesta pesquisa, foi preciso aplicar a norma da ASTM D638-10 para confecção dos moldes, sendo esta usada para materiais de qualquer espessura (até 14 mm). O tipo 1 é o preferido e o escolhido para o projeto em questão, onde segundo a norma, deve ser usado quando o material tiver espessura igual ou inferior a 7 mm (PELEGRINO et al., 2019).

Conforme recomendam as normas ASTM, os 21 corpos de prova moldados foram mantidos em ambiente climatizado a 23°C e umidade em 50% por 24 horas antes dos ensaios. Os ensaios mecânicos foram realizados no CERTBIO (UFCG), na cidade de Campina Grande. A célula de carga utilizada no ensaio de tração foi de 10kN, conforme recomendação para materiais poliméricos que necessitam de baixa carga.

Os ensaios mecânicos foram realizados no equipamento universal de ensaios mecânicos INSTRON

4400R, com garras pneumáticas e frequência de aquisição de dados de 10 Hz. O ensaio destrutivo, foi realizado a uma velocidade de 5 mm/min de acordo com a ASTM D638, que determina a velocidade do ensaio para o layout do corpo de prova utilizado (OLIVEIRA, 2016). Foram obtidos os seguintes resultados: tensão na ruptura, limite de resistência à tração, deformação na ruptura e carga máxima suportada.

O delineamento inteiramente casualizados (DIC), com 7 tratamentos, sendo realizado as seguintes combinações de temperaturas e tempos: 100°C 20min; 100°C 30min; 100°C 40min; 120°C 20min; 120°C 30min; 120°C 40min e 140°C 20min. Cada tratamento com 5 repetições cada para os ensaios mecânicos, totalizando 35 unidades experimentais. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância através do software estatístico SISVAR 5.6 (FERREIRA, 2019), utilizando o teste de Scott-Knott.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise dos corpos de provas constituídos de resíduos de PLA submetido a diferentes temperaturas e tempo, foram realizadas com objetivo de verificar qual tratamento seria adequado para a produção das peças sensoriais com maior resistência mecânica. Na Tabela 1, observa-se que houve efeito significativo estatisticamente a nível de 1% nas seguintes variáveis: Extensão em Resistência à tração (ET), Deformação em Resistência à tração (DT), Extensão de tração (EQ) e Tempo em Resistência à tração (T). Apenas a variável Carga máxima aplicada (CM) teve significância estatística a 5% e não houve efeito estatístico significativo para Tensão de resistência (TR) em relação aos tratamentos submetidos.

Tabela 1: Resumo da análise de variância para Carga máxima aplicada (CM) em N, Tensão de Resistência (TR) em MPA, Extensão em Resistência à tração (ET) em mm, Deformação em Resistência à tração (DT) em %, Extensão de tração (EQ) em mm e Tempo em Resistência à tração (T) em segundos nos corpos de prova de resíduos de PLA submetidos em diferentes temperaturas e tempo.

Fonte de variação	Quadrado Médio						
	GL	CM(N)	TR(MPA) (MP(MP	ET(mm)	DT(%)	EQ(mm)	Tempo
Tratamentos	6	254033,01*	65,63 ^{ns}	0,252**	0,59**	0,26**	36,34**
Resíduo	14	64093,3	32,42	0,05	0,12	0,04	7,33
CV(%)		19,72	16,80	12,28	12,28	10,83	12,28
Média		1283,7	33,89	1,84	2,87	1,93	22,05

^{ns}: não significativo (P>0,05); *: significativo (P<0,05); C.V.: coeficiente de variação.

Na Figura 3, observa-se que o tratamento aplicando temperatura de 120°C em 30 minutos teve maior carga de resistência à tração, com valor superior a 1,7 KN de força, sendo este tratamento que suportou uma força elevada, quando comparado aos demais corpos de provas analisados. Ao aumentar a temperatura a 140°C e com tempo de 20 minutos, constata-se que houve uma redução na carga máxima aplicada em 53,37%, ao comparar com os resultados obtidos no tratamento com 120°C em 30 minutos.

De acordo com Croucillo et al. (2018) o PLA é indicado para produzir protótipos, como próteses, porém não se recomenda aplicar elevadas temperaturas, podendo ocasionar desgaste do material, o que justifica o fato de aumentar a temperatura afetar as propriedades mecânicas e assim ter menor resistência. Na pesquisa realizada por Alves et al. (2021) analisando os tipos de preenchimento no momento da impressão dos corpos de prova de PLA constataram que a força de ruptura mais elevada foi de 1,49 KN, com deformação de ruptura de 2,95 mm.

Ao analisar as propriedades mecânicas de peças fabricadas em PLA impressas em 3D constituída de 5 camadas e preenchimento padrão de 70%, Medeiros et al. (2020) obtiveram uma força máxima de 2,4 KN e uma deformação máxima de 5,75 mm, resultados superiores ao obtido nesta pesquisa.

Em relação a variável extensão de tração, Figura 4, os tratamentos submetidos a temperatura de 120°C e com tempo de 20 e 30 minutos, com valores de 2,06 e 2,34 mm, respectivamente, tiveram maiores médias de extensão a tração, ou seja, esses são os valores que suportaram a carga exercida.



Figura 3: Carga de resistência a tração aplicada nos corpos de prova de resíduos de PLA submetidos em diferentes temperaturas e tempo*.

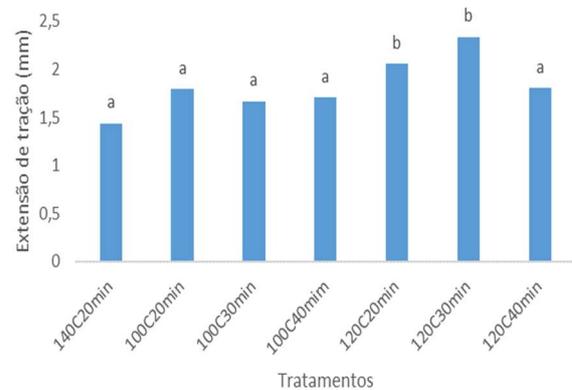


Figura 4: Extensão em resistência à tração dos corpos de prova de resíduos de PLA submetidos em diferentes temperaturas e tempo*.

A variabilidade de temperatura pode interferir na fragilidade dos plásticos, como relatam Callister Junior (2013), o que corrobora com os resultados desse estudo em diferentes temperaturas e tempo, observa-se que houve alteração nas características mecânicas observadas, porém em pesquisa realizada por Branco et al. (2021) ao avaliarem a performance do material Poliláctico (PLA) constataram que a diferença de 15°C na temperatura não afetou nas características mecânicas das amostras estudadas.

Em relação à Deformação à tração, nota-se na Figura 5, que submeter os corpos de provas de PLA a uma temperatura de 120° C e tempo de 20 e 30 minutos, resultaram em maiores médias. Ao reduzir a temperatura para 100° C e aplicando a mesma temperatura observa-se que houve diminuição da deformação à tração em 22,5% e 28,4%, respectivamente.

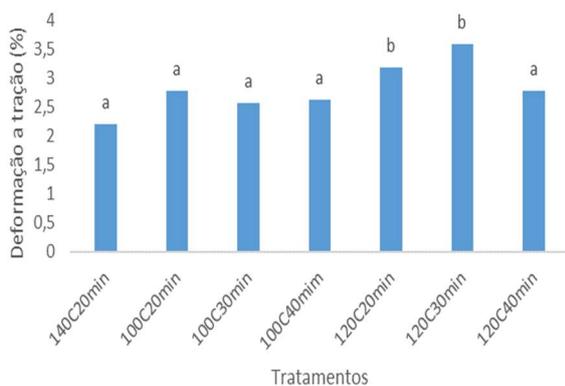


Figura 5: Deformação à tração dos corpos de prova de resíduos de PLA submetidos em diferentes temperaturas e tempo*.

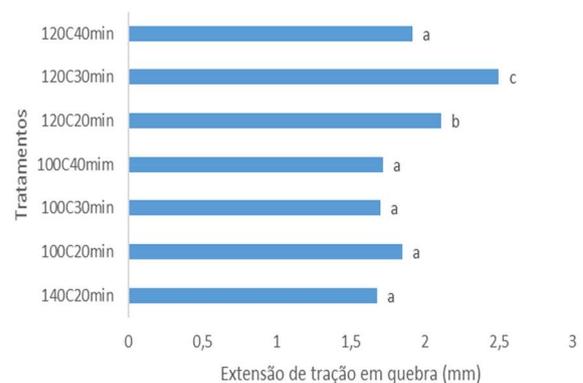


Figura 6: Extensão de tração nos corpos de prova de resíduos de PLA submetidos em diferentes temperaturas e tempo*.

Segundo Croucillo et al. (2018) o PLA possui ponto de fusão variando de 190 a 220 ° C e deformação máxima de 4,43%. Assim, observa-se que o tratamento com 120°C e 30 minutos alcançou a deformação de 3,6%, próxima ao valor máximo de deformação característica deste material. No momento da ruptura a extensão de tração com maior média foi de 2,5 mm, nos tratamentos de 120°C e 30 minutos, Figura 6. Ao aumentar a temperatura para 140°C e no tempo de 20 minutos observa-se que há diminuição na extensão de tração em 0,82 mm.

Conforme vem ocorrendo com as demais variáveis analisadas no ensaio de tração constata-se na Figura 7, que o tratamento com 120°C e 30 minutos, teve maior tempo em resistência a tração, em cerca de 28 segundos, seguido do tratamento com 120°C e 20 minutos com 24,8 segundos. Ao aplicar o tratamento com temperatura de 100°C e tempo de 20, 30 e 40 minutos, resultou em tempo de resistência à tração inferior a 21 segundos. O tratamento que em menor tempo resistiu à tração foi o submetido a 140°C e 20 minutos com duração de 17,3 segundos.

Na Figura 8 observa-se que os resíduos de PLA submetidos a 100°C durante 40 minutos tiveram os menores índices de tensão, com valores inferiores a 35 MPA e deformação de 2,5%, assim mesmo em temperatura baixa e com maior tempo o material teve menor resistência, resultado semelhante quando submetido a 140°C e 20 minutos, a tensão máxima obtida foi de 34,8 MPa e deformação de 2,8%, dessa maneira ao aumentar a temperatura e reduzir o tempo, também afetou a resistência do material. Em alguns tratamentos ficou evidente a área de escoamento na curva de tensão-deformação.

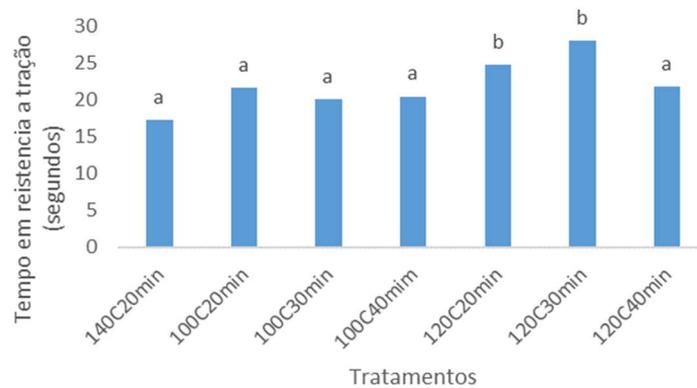


Figura 7: Tempo em resistência à tração dos corpos de prova de resíduos de PLA submetidos em diferentes temperaturas e tempo*.

Resultado divergentes foram obtidos por Branco et al. (2020) ao analisarem as características mecânicas do PLA manufaturado pela tecnologia de modelagem de fusão e deposição, sugerindo que quando as curvas de tensão-deformação dos corpos de prova não apresentam nitidamente a área de escoamento isso acontece principalmente em materiais frágeis poliméricos. Navarro (2018) afirma que nem sempre é perceptível a área de escoamento, com a área elástica inicialmente e não linear no final, característico do comportamento plástico.

Ao submeter os corpos de prova constituídos de resíduos de PLA a temperatura de 120°C e tempo de 20 minutos obtiveram-se tensão máxima de 37,7MPa e deformação de 3,6%, enquanto na temperatura

de 120°C e 30 minutos a tensão máxima foi de 46,2 MPa e deformação de 3,8%, Figura 8. Dessa maneira constatou-se que em uma mesma temperatura e tempo diferentes afeta a resistência do material, sendo indicado utilizar a temperatura de 120°C e 30 minutos para adquirir um produto com elevada resistência à tração.

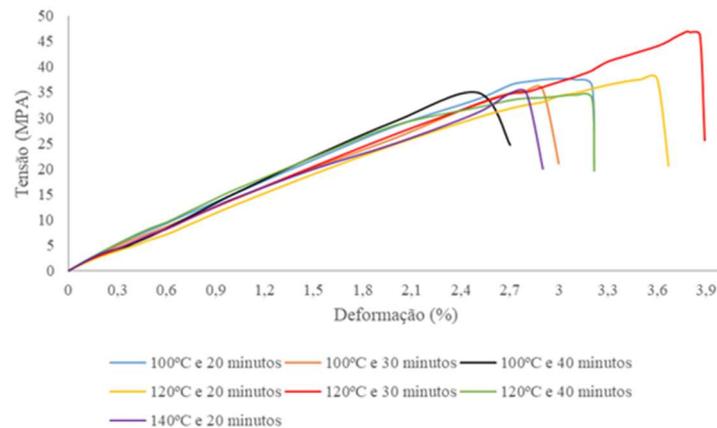


Figura 8: Curvas de tensão-deformação dos corpos de prova de resíduos de PLA submetidos em diferentes temperaturas e tempo.

Resultados inferiores de tensão, média de 28 MPa, foram obtidos em corpos de prova de PLA confeccionados em impressoras 3D com filamento horizontal em pesquisa realizada por Pelegrino et al. (2019). A partir da curva tensão-deformação constata-se, Figura 8, que nos corpos de prova avaliados a tensão máxima é maior que a tensão de ruptura, ou seja, que o material que é constituído o corpo de prova, resíduos de PLA, vai primeiro deformar para em seguida ocorrer o rompimento. Resultado semelhante foi obtido por Medeiros et al. (2020) ao verificar as propriedades mecânicas de peças de PLA fabricadas em impressoras 3D. Silva et al. (2019) ao analisarem diferentes proporções de PLA, perceberam que este material tem maior resistência a tração, devido a uniformidade de suas camadas, conferindo em um objeto com maior resistência mecânica.

CONCLUSÕES

Os resíduos de PLA submetidos a 120°C e 30 minutos apresentaram maior resistência à tração, dentre o conjunto de variáveis analisadas, este tratamento é o mais adequado a confecção de objetos; Também foi verificado que o uso de temperatura a 100°C nos tempos de 20, 30 e 40 minutos por produzirem objetos com baixa resistência, não sendo indicado este tratamento; Variação de temperaturas e tempo de exposição influenciam nas características mecânicas do PLA.

REFERÊNCIAS

ABREU, J. T. F.. **Desenvolvimento de uma impressora FDM tipo delta**. 2017.

ALVES, T. P.; JESUS, A. V.; VALVERDE, G.; ROLAND, R.; RODRIGUES, L. K. O.. Análise da influência do padrão de preenchimento e da altura de camada de deposição nas propriedades mecânicas de peças fabricadas em PLA a partir

de impressão 3D. **DESAFIOS-Revista Interdisciplinar da Universidade Federal do Tocantins**, v.8, n.1, p.95-103, 2021.

BESSEN, G. R.; GÜNTHER, W. M. R.; RODRIGUES, A. C.; BRASIL, A. L.. Resíduos sólidos: vulnerabilidades e perspectivas. In: SALDIVA P. et al. **Meio ambiente e saúde: o desafio das metrópoles**. São Paulo: Ex Libris, 2010. p.9-104.

BRANCO, R. R. C.; MARTINS, K. Y. N.; FILGUEIRA, A. K. L.; VALADARES, E. J. O.; GALDINO, K. E.; MORAIS, M. E.; RODRIGUES, J. K. G.. Caracterização da performance do material Polilático Láctico (PLA) manufaturado pela tecnologia de Modelagem de Fusão e Deposição (FDM). **Research, Society and Development**, v.10, n.8, p.e44210817348-e44210817348, 2021.

BROOKS, S. K.; WEBSTER, R. K.; SMITH, L. E.; WOODLAND, L.; WESSELY, S.; GREENBERG, N.; RUBIN, G. J.. The psychological impact of quarantine and how to reduce it: rapid review of the evidence. **The Lancet**, v.395, p.912-20, 2020. DOI: [http://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)30460-8](http://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30460-8)

CALLISTER JUNIOR, W. D.. **Ciências e engenharia dos materiais: uma introdução**. 8 ed. LTC, 2013.

CROUCILLO, A. P.; Arruda, J. D.; Franco, L. J. V.; Leite, J. F.; Carvalho, M. R.. Avaliação das características mecânicas do pla, impressa em 3d, para aplicação em próteses em animais de pequeno e médio porte. **Tecnologia em Metalurgia, Materiais e Mineração**, v.15, n.3, p.221-225, 2018.

DONG, E.; DU, H.; GARDNER. Um painel interativo baseado na web para rastrear COVID-19 em tempo real. **The Lancet Healthy Longevity**, v.20, n.5, p.533-534, 2020.

FERGUSON, N.. **Report 9: Impact of non-pharmaceutical interventions (NPIs) to reduce COVID19 mortality and healthcare demand**. 2020.

FIORATTI, I.; REIS, F. J. J.; FERNANDES, L. G.; SARAGIOTTO, B. T.. The COVID-19 pandemic and the regulations of remote attendance in Brazil: new opportunities for people dealing with chronic pain. **BrJP**, v.3, n.2, p.193-194, 2020. DOI: <http://doi.org/10.5935/2595-0118.20200039>

GATTI, S.; AGOSTINI, A.; PALMIERO, U. C.; COLOMBO, C.; PEVIANI, M.; BIFFI, A.; MOSCATELLI, D.. Hydrazone linked doxorubicin-PLA prodrug nanoparticles with high drug loading. **Nanotechnology**, v.29, n.30, p.305602, 2018. DOI: <http://doi.org/10.1088/1361-6528/aac0d3>

HUANG, Z.; XU, W.; YU, K.. **Bidirectional LSTM-CRF models for sequence tagging**. arXiv preprint arXiv:1508.01991. 2015.

JHU, C. S. S. E.. **COVID-19 Dashboard by the Center for Systems Science and Engineering (CSSE) at Johns Hopkins University**. 2021.

MEDEIROS, M.; SILVA, M.; OLIVEIRA, D.; SANTOS, F.; RODRIGUES, L. K.. Influência da Densidade de Preenchimento e do Número de Perímetros nas Propriedades Mecânicas de Peças Fabricadas em PLA a Partir de Impressão 3D. **CALIBRE-Revista Brasileira de Engenharia e Física Aplicada**, v.5, p.33-39, 2020.

NAVARRO, R. F.. Comportamento plástico e os efeitos do Envelhecimento sobre a tensão de escoamento. **Revista Eletrônica de Materiais e Processos**, v.3, p.170-176, 2018.

PELEGRINO, A. N.; MONTEIRO, C. K.; MIKOLAYCZYK, K. R.; SANTOS, A. M.. Comparação de direção de impressão 3D em ABS e PLA produzidos pelo método FDM. **Memorial TCC Caderno da Graduação**, v.5, n.1, p.239-260, 2019.

PEREIRA, M. P.; SOUZA, K. S.. Política nacional de resíduos sólidos (PNRS): avanços ambientais e viés social nos municípios de pequeno porte. **Ciências Sociais Aplicadas em Revista**, v.17, n.32, p.189-210, 2017.

SILVA, A. L. E.; MORAES, J. A. R.; BENITEZ, L. B.; KAUFMANN, E. A.. Impressão 3D: Análise da Evolução e Seus Impactos no Mundo Científico/3D Printing: Analysis of the Evolution and Its Impacts on the Scientific Field. **Revista FSA, Centro Universitário Santo Agostinho**, v.18, n.10, p.124-144, 2021.

SILVA, F. L. F.; MANFRINATO, M. D.. **Comissionamento e estudo dos materiais PLA e ABS processado através da manufatura aditiva**. São Paulo: Faculdade de Tecnologia de Sorocaba Jose Crespo Gonzales, 2019.

SONG, R.; LU, Y.; TELENKO, WANG, Y.. Manufacturing Energy Consumption Estimation Using Machine Learning Approach. In: INTERNATIONAL DESIGN ENGINEERING TECHNICAL CONFERENCES AND COMPUTERS AND INFORMATION IN ENGINEERING CONFERENCE. AMERICAN SOCIETY OF MECHANICAL ENGINEERS. **Annals**. 2017. p.V004T05A037. DOI: <http://doi.org/10.1115/DETC2017-67679>

SOUZA, G. L.; OLIVEIRA, J. L. L.; ROSA, F. A.; ROSA, V. S. D.. Produção de Face Shields utilizando a manufatura aditiva: m auxílio para o combate ao Covid-19. **Tecno-Lógica**, v.24, p.334-341, 2020.

WOOLHOUSE, M.; SCOTT, F.; HUDSON, Z.; HOWEY, R.; CHASE-TOPPING, M.. Human viruses: discovery and emergence. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**, v.367, n.1604, p.2864-2871, 2012.

Os autores detêm os direitos autorais de sua obra publicada. A CBPC – Companhia Brasileira de Produção Científica (CNPJ: 11.221.422/0001-03) detêm os direitos materiais dos trabalhos publicados (obras, artigos etc.). Os direitos referem-se à publicação do trabalho em qualquer parte do mundo, incluindo os direitos às renovações, expansões e disseminações da contribuição, bem como outros direitos subsidiários. Todos os trabalhos publicados eletronicamente poderão posteriormente ser publicados em coletâneas impressas ou digitais sob coordenação da Companhia Brasileira de Produção Científica e seus parceiros autorizados. Os (as) autores (as) preservam os direitos autorais, mas não têm permissão para a publicação da contribuição em outro meio, impresso ou digital, em português ou em tradução.

Todas as obras (artigos) publicadas serão tokenizadas, ou seja, terão um NFT equivalente armazenado e comercializado livremente na rede OpenSea (https://opensea.io/HUB_CBPC), onde a CBPC irá operacionalizar a transferência dos direitos materiais das publicações para os próprios autores ou quaisquer interessados em adquiri-los e fazer o uso que lhe for de interesse.



Os direitos comerciais deste artigo podem ser adquiridos pelos autores ou quaisquer interessados através da aquisição, para posterior comercialização ou guarda, do NFT (Non-Fungible Token) equivalente através do seguinte link na OpenSea (Ethereum).

The commercial rights of this article can be acquired by the authors or any interested parties through the acquisition, for later commercialization or storage, of the equivalent NFT (Non-Fungible Token) through the following link on OpenSea (Ethereum).



<https://opensea.io/assets/ethereum/0x495f947276749ce646f68ac8c248420045cb7b5e/44951876800440915849902480545070078646674086961356520679561157629580964528129/>